Aus der Medizinischen Klinik und Nervenklinik Tübingen
(Vorstand: Professor Dr. Otfried Müller).

Das Oesophagocardiogramm,
seine Entwicklung und seine Deutung.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

in der

Medizin, Chirurgie und Geburtshilfe

der

Hohen medizinischen Fakultät

der

Eberhard-Karls-Universität zu Tübingen

vorgelegt von

Ludwig Schall,
approb. Arzt.

BIBLIOTHEEK RIJKS UNIV. LEIDEN

Tübingen
Druck von H. Laupp jr
1919.

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät
der Universität Tübingen.

Referent: Prof. Dr. **Otfried Müller**.
9. Februar 1919.

Eine kaum übersehbare Zahl von Arbeiten hat sich in den letzten Jahren auf dem Gebiete der Erforschung der Funktion des Herzens angesammelt, im wesentlichen bedingt durch die weitgehende Vervollkommnung der Untersuchungsapparate, wie wir sie im Einthovenschen Elektrocardiographen und dem Frankschen Spiegelsphygmographen erhalten haben. Man kann wohl behaupten, daß die Einführung dieser Apparate in das physiologische und klinische Instrumentarium bahnbrechend auf unsere Anschauung der Physiologie und Pathologie des Herzens gewirkt hat. Auf die klinische Bedeutung des Elektrocardiogramms braucht ja in einer Zeit, in der jedes größere Institut die dafür notwendige Einrichtung besitzt, nicht besonders hingewiesen werden. Aber auch der Wert des Frank'schen Apparates ist nicht hoch genug anzuschlagen. Durch ihn ist es gelungen, Bewegungen des Herzens und der Gefäße frei von dem störenden Einfluß der Eigenschwingungen und dem großen Trägheitsmoment der alten Aufnahmeapparate zu registrieren und ein Blick auf die einschlägige Literatur zeigt uns, wie grundlegende Aenderungen in der Anschauung der Herztätigkeit wir dieser Methode, besonders auch in Verbindung mit dem gleichzeitig aufgenommenen Elektrocardiogramm verdanken.

Nun hat die seit langem bekannte Tatsache, daß es möglich ist, von der Speiseröhre aus die Bewegungen der Wand des linken Vorhofs aufzuzeichnen, Professor Weitz veranlaßt, mit der neuen Apparatur diesem Problem näher-

zutreten. Erst nachdem wir die technischen Schwierigkeiten im wesentlichen gelöst hatten, ging ich daran, mich eingehender mit der Literatur zu befassen, in der ich einen gewissen typischen Verlauf der Behandlung eines medizinischen Problems zu erkennen glaubte, insofern als der Stoff vor langen Jahren vom Physiologen durchdacht, dann wieder in Vergessenheit geraten, viel später aus praktischen Ueberlegungen heraus vom Kliniker aufgegriffen und ausgebaut wurde.

Ich möchte nun, bevor ich auf die von uns gewonnenen Kurven und deren Erklärung näher eingehe, versuchen, den historischen Entwicklungsgang dieses Kapitels der Cardiographie an Hand der mir zugänglichen Autoren[1]) darzustellen.

Nachdem in den 60er Jahren des vorigen Jahrhunderts besonders von Buisson, Voit und Ceradini (der den Begriff der Meio- und Auxocardie für die Volumschwankungen des Herzens einführte), später von Landois, Bert und Mosso die Beziehungen zwischen Atmung und Herzschlag zur Thoraxhöhle eingehend erläutert worden waren, hat, wie den meisten später erwähnten Autoren unbekannt zu sein scheint, Luciani (32) schon 1877 mit einer den jetzigen Registriermethoden ziemlich ähnlichen Technik die Herzbewegungen vom Oesophagus aus aufgeschrieben. Er erkannte in den mit einem Katheter, über dessen Ende eine ganz dünne Gummimembran gestreift war, gewonnenen Kurven neben den groben, von der Atembewegung abhängigen Druckschwankungen schon deutlich kleinere, die von der Herzbewegung herrühren. Er bezog auch schon diese Erscheinungen nicht ausschließlich auf die Meio- und Auxocardie und erbrachte den Nachweis dafür durch das

[1]) Ein Teil der einschlägigen Literatur, insbesondere der ausländischen, war mir bei den z. Z. herrschenden Schwierigkeiten äußerer Art nicht zugänglich. Ich mußte mich daher in einigen Fällen auf Referate in den Zentralblättern und Zitate beschränken.

Experiment. Die Schwankungen blieben, allerdings in veränderter und vereinfachter Form, auch nach Eröffnung des Thorax bestehen.

Rosenthal (54 und 55), der die Arbeit Lucianis erwähnt, scheint mit ähnlicher Versuchsanordnung gearbeitet zu haben, zuerst jedoch, indem er eine Kanüle in den frei präparierten Oesophagus einband. Auch er erkennt, daß „die kleinen Ausbiegungen von der Herzbewegung herrühren". Auf eine nähere Analyse dieser kleinen Schwingungen geht er, wohl weil es sich für ihn bei seinen Studien des intrathorakalen Druckes nur um einen Nebenbefund handelt, nicht ein.

1883 machten Kronecker und Meltzer (27) bei ihren interessanten Untersuchungen über den Schluckmechanismus ähnliche Wahrnehmungen. Sie finden außer den Schluckmarken noch andere Bewegungen an den Oesophaguskurven, die sie als Atem- und Herzbewegungen ansehen. Sie weisen dabei auf deren wechselnde Deutlichkeit in den verschiedenen Höhen der Speiseröhre hin. Auch erwähnen sie eine an einer bestimmten Stelle des Brustabschnittes, die sie an den Anfang der Aorta descendens verlegen, stattfindende Umkehr der Richtung der Pulsmarken.

Fünf Jahre später behandelt Martius (33) die ganze Frage der cardiopneumatischen Bewegungen im Oesophagus ausführlich. Er geht auch weiter auf die der Herztätigkeit zugeschriebenen kleineren Zacken ein; drei derselben, die sich mit absoluter Regelmäßigkeit wiederholen, bezieht er auf eine Herzaktion. Er faßt sie auf als „bald sich summierende, bald sich gegenseitig beschränkende Bewegungseffekte, deren Analyse sich im Einzelfalle unübersteigbare Hindernisse entgegenstellen".

Schon 1886 hatte sich Fredericq (10—13) eingehender mit der Frage der von der Speiseröhre aus registrierbaren Herzbewegungen befaßt. Ihm ist zweifelsohne das

Verdienst zuzusprechen, als erster erkannt zu haben, daß es sich dabei um Pulsation des linken Vorhofs handelt.

In seinem ersten Werk (10) erwähnt er Luciani ganz kurz, dessen Arbeiten ihm anscheinend nicht näher bekannt sind. Nach der Besprechung des Pulses der Aorta thoracica fährt er fort: „Si l'on enfonce d'avantage la sonde oesophagienne, de manière à la faire pénétrer plus profondément dans la poitrine, et à dépasser plus ou moins la crosse de l'aorte, on voit apparaître au devant de la pulsation négative dont je viens de parler, une pulsation positive de courte durée précédé elle-même d'une pulsation négative. La figure établit le synchronisme de ces ondulations avec les phases systoliques de l'oreillette et du ventricule. On voit que cette pulsation correspond à la systole de l'oreillette, c'est à dire au moment où l' oreillette vide son contenu dans le ventricule. La face oesophagienne de l'oreillette s'affaise probablement à ce moment s'éloigne de l'oesophage et y produit la tendance au vide qui se traduit par une chûte de la plume reliée à la sonde oesophagienne."

In anderen Arbeiten (11 und 12) geht Fredericq dann noch genauer auf die Beziehung zwischen Vorhofdruck und Oesophaguspuls ein, denen er analoge Wellen zuschreibt, allerdings mit dem Hauptunterschied, „que la pression monte dans l'oreillette pendant la systole auriculaire tandis qu'elle baisse dans l'oesophage au même moment". An anderer Stelle weist er auf die direkte Uebertragung der aktiven und passiven Bewegungen vom linken Vorhof auf die Speiseröhre infolge ihrer nahen anatomischen Beziehungen hin: „La simulitude des deux traces auriculaire et oesophagien provient de ce que les mouvements tant actifs que passifs des oreillettes, et plus specialement ceux de l'oreillette gauche, se transmettent directement à l'oesophage, à cause des rapports anatomiques intimes présentés par l'oreillette gauche et l'oesophage."

Ich habe hier wörtlich citiert, weil mir in diesen Sätzen die Grundlage der ganzen späteren Entwicklung der Auffassung des Oesophagocardiogramms schon gegeben scheint.

Fredericq hatte seine Untersuchungen am Hund gemacht, sein Schüler Saroléa (55) übertrug die Methode

auf den Menschen. Nach Vorbereitung mit Brom und nach Cocainisierung geht er mit der Sonde ein. Er stellt eine sehr große Mannigfaltigkeit der Kurven fest, die individuell mit der Körperhaltung, mit der Tiefe der Einführung der Sonde, mit den Respirationsphasen und endlich mit anderen noch unbekannten Faktoren wechselt. Während einer Herzrevolution unterscheidet er 7—9 Einzelwellen. Er polemisiert gegen die Ansicht von Martius, daß es sich bei den Pulsationen des Oesophagus um ein rein kardiopneumatisches Phänomen handle. Als Beweis führt er die ja schon von Luciani gemachte Eröffnung des Thorax aus und zeigte das Bestehenbleiben der Schwankungen.

Fast 20 Jahre ruhte die Bearbeitung dieses Gebietes. 1906 erst wurde es wieder, und zwar diesmal von klinischer Seite, aufgegriffen. Minkowski und gleichzeitig aber unabhängig von ihm Lichtheim, Joachim und Rautenberg wurden aus verschiedenen Gründen angeregt, Herzkurven vom Oesophagus aus zu schreiben.

Ueber die Versuche Lichtheims (29—31), die wohl zeitlich die ersten sind, ist in der Literatur nicht viel zu finden. Er erwähnt in einer Diskussionsbemerkung eine von Joachim aufgenommene Oesophagusvorhofkurve bei Adam-Stokes. In einer weiteren Diskussionsbemerkung bestreitet er später überhaupt die Möglichkeit einer isolierten, nur durch die Vorhofspulsation bedingten Bewegung der Oesophaguswand und glaubt, daß abgesehen von den dislocierenden Bewegungen des Ventrikels auch vielleicht der Puls der Aorta die Kurven beeinflusse.

Sein Assistent Joachim erwähnt die von Lichtheim gemachten Versuche in einer Arbeit über Reizleitungsstörungen (22) mit folgenden Worten: „Was sich zur Aufklärung des Falles noch tun ließe, wäre die Registrierung des linken Vorhofs ev. vom Oesophagus aus. Jedoch dürfte die Registrierung, soweit ich aus einigen entsprechenden

Versuchen schließen kann, mit recht erheblichen Schwierigkeiten verbunden sein.“

Auch Plesch (37), der sich, wie aus einer Anmerkung bei Minkowski zu entnehmen, zu dieser Zeit mit der Registrierung des linken Vorhofs von der Speiseröhre her befaßte, konnte zu einem brauchbaren Resultat nicht gelangen. An der Unmöglichkeit der Lösung der technischen Schwierigkeiten scheiterten also die Versuche. Als dieselben gelöst waren, und diesen Erfolg müssen wir Minkowski und Rautenberg zuschreiben, haben zum Teil die oben erwähnten Autoren auch die Oesophagocardiographie mit schönen Resultaten benutzt.

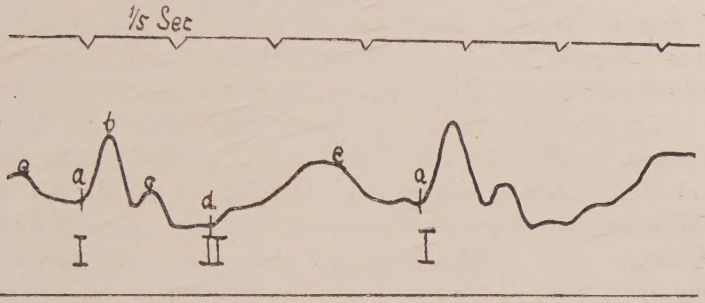
Den Anstoß für seine Untersuchungen bildete bei Minkowski der Wunsch, ebenso wie durch den Venenpuls über die Tätigkeit des rechten Vorhofs und eine ev. vorhandene Tricuspidalinsufficienz Aufklärung zu erhalten sei, so den linken Vorhof zu registrieren, um eine Anschauung über Veränderungen an der Mitralis zu erhalten. Dies Problem zu lösen, scheine bei den gegebenen Verhältnissen möglich. Die Oesophagoskopie ergäbe, wie schon Mikulicz hervorgehoben habe, an der Vorderwand der Speiseröhre im unteren Teil eine starke komplizierte Pulsation. Die Lagebestimmung dieser Stelle wurde noch mit einer mit Quecksilber gefüllten Sonde hinter dem Röntgenschirm bei seitlicher Durchleuchtung besonders genau ausgeführt. Die günstigste Stelle gibt Minkowski beim Erwachsenen in 32—35 cm Schneidezahnabstand an.

Seine Technik war folgende: Eine gewöhnliche Jacques-Patentschlundsonde mit seitlichem Fenster wurde mit einem feinen Condomgummifingerling locker überzogen, welcher ober- und unterhalb des Fensters so befestigt war, daß rings um die Sonde ein kleiner luftgefüllter Raum gebildet werden konnte. Das freie Ende wurde mit Gebläse und Registrierapparat (Jaquet) verbunden und die Gummiblase bis zur Adhärens mit der Oesophaguswand ohne Ueberdruck aufgeblasen. Gleichzeitig wurden Herzspitzenstoß, Radialis

oder Herztöne nach Martius registriert. Der Würgreflex wurde durch Cocainisierung, die Atembewegungen durch Anhalten der Atmung ausgeschaltet.

Zur Besprechung der Resultate möchte ich hier einfachheitshalber die von Minkowski zuerst veröffentlichte Kurve beifügen.

Abbildung 1.



Kurve von Minkowski, Deutsche Med. Wochenschr. 1906 Normaler Fall. S. 1249.

Von e—a nimmt Minkowski die Vorhofskontraktion mit erst rascherem dann langsamerem Abfall an. Von a—b setzt er die Anspannungszeit des Herzens, in der sich der Vorhof bereits wieder fülle, während aus dem sich kontrahierenden Ventrikel noch kein Blut ausströme. Sofort nach Beginn der Austreibungszeit (von b—d) sinke die Kurve, d. h. der Zustrom durch die Lungenvenen sei im Vergleich mit der aus den Ventrikeln ausgetriebenen Blutmasse gering, das Herzvolumen werde kleiner, der Vorhof daher nach vorne gezogen. In der Diastole finde sich zuerst ein langsames Steigen von d—e bedingt durch die Volumzunahme des Herzens durch Zuströmen des Blutes aus den Lungenvenen, dann setze bei e als Ausdruck der Vorhofskontraktion der rasche Abfall ein.

Bei der Untersuchung eines pathologischen Falles, einer gut kompensierten Mitralinsufficienz und -stenose finde sich ein energisches Einsetzen der Kontraktion des Vorhofes bei e, die sofort am stenosierenden Ostium auf ein Hindernis stoße. Das präsystolische Schwirren präge sich deutlich durch mehrere kleine Zacken der Kurve zwischen e und a aus. Nach normalem Anstieg in der

Anspannungszeit setze sich derselbe in der Austreibungszeit, bedingt durch den Rückfluß eines Teils des Blutes in den Vorhof fort, bis am Schluß der Systole der Vorhof unter Ventrikeldruck stehe. Im ersten Teil der Diastole von d—e entleere sich der überfüllte Vorhof nach dem jetzt erschlafften Ventrikel, daher sinke die Kurve langsam bis zum Einsetzen der Vorhofskontraktion.

Auf Grund dieser Kurven kommt Minkowski zu dem Ergebnis, daß sich Vorgänge am normalen und pathologischen Herzen mit seiner neuen Methode deutlicher veranschaulichen lassen als durch das Spitzenstoßcardiogramm.

Im gleichen Jahre noch machte Minkowski bei einem Vortrag in Stuttgart, der 1907 veröffentlicht wurde (35), auf die Bedeutung seiner neuen Registriermethode für die Erklärung der Herzarhythmien aufmerksam, indem dadurch Kammer und Vorhofstätigkeit gleichzeitig aufgezeichnet würden. Habe doch auch erst der Vergleich von Venen- und Arterienpuls die Unterscheidung der Extrasystolen und damit der Störungen der Reizleitung und der Dissoziation der Herzbewegung ermöglicht. Die Aufnahme des Venenpulses sei nun, abgesehen von der bald mehr bald weniger großen Schwierigkeit seiner Deutung in vielen Fällen ganz unmöglich. Für diese Fälle sei die Registrierung des Vorhofes von umso größerer Bedeutung.

Als Beispiel dient ein Fall von Extrasystolen, die erst mit Hilfe des Oesophagocardiogramms ergaben, daß es sich nicht um den Ausfall einer Ventrikelsystole, sondern nur um einen verzögerten Ablauf der Herzbewegung handle. Es folgen weitere Beispiele von ventrikulären Extrasystolen und Störungen der Kontraktibilität des Herzens.

Zum Schluß streift Minkowski noch die Frage der Entstehung der akzidentellen Geräusche und kommt auf Grund seines Kurvenmaterials zu dem Schluß, daß zum mindesten in gewissen Fällen, an muskelschwachen Herzen vorübergehend auftretende systolische Geräusche auf vorübergehende Schlußunfähigkeit der Mitralklappen zurück-

zuführen seien. Damit wäre zum erstenmal ein direkter Beweis für die Entstehung solcher Geräusche durch „muskuläre“ Mitralinsufficienz gegeben.

Außer diesen beiden Arbeiten finden sich in der Literatur keine Veröffentlichungen Minkowskis über dieses Thema. Umso zahlreicher sind die Arbeiten Rautenbergs (39—53).

Die erste Erwähnung seiner neuen Methode geschah im November 1906 im Verein für wissenschaftliche Heilkunde in Königsberg (39). Vor der Veröffentlichung einer größeren Abhandlung sieht sich Rautenberg durch Minkowskis zweite Arbeit veranlaßt, sofort zu derselben Stellung zu nehmen. Doch es wird zweckmäßiger sein, an Hand der 1907 (40) erschienenen Arbeit auf Technik und Resultate Rautenbergs einzugehen.

Auch Rautenberg konnte die durch Mackenzies Venenpulsarbeit gegebene Bereicherung in der Anschauung über die Vorhofstätigkeit nicht ganz befriedigen. Handle es sich doch dabei nur um eine indirekte Beobachtung, die den genaueren zeitlichen Ablauf nicht erkennen lasse. Besonders aber war es die Frage des Verhaltens der Vorhöfe zueinander in pathologischen Fällen, die Rautenberg zur direkten Registrierung des linken Vorhofs veranlaßte.

Seine anatomischen Feststellungen ergaben ein Anliegen des linken Vorhofs in ganzer Breite in 5—6 cm Ausdehnung an der vorderen Oesophaguswand. Die untere Grenze liege dabei 2 cm von der Cardia entfernt. Der Verlauf der Aorta thoracica sei ein solcher, daß eine Störung der Vorhofspulsation durch den arteriellen Puls kaum in Frage komme. Sie liege in Höhe des Vorhofs links von der Wirbelsäule und berühre denselben nirgends.

Die Technik Rautenbergs zeigt nun eine erhebliche Abweichung von der Minkowskis. Er nimmt ein dünnes französisches Bougie von ca. 5 mm Durchmesser, das an seinem unteren abgeschnittenen Ende mit einem im schlaffen Zustande 4 cm langen Gummiballon armiert ist. Die Länge des Bougies beträgt mit dem Ballon 64 cm, ein 40 cm langer Gummischlauch dient zur Verbindung

mit der Luftkapsel des Sphygmocardiographen. Das ganze System kann nach Belieben mit Luft gefüllt werden. Rautenberg geht nun folgendermaßen vor: Zunächst sucht er die Cardia auf; der Ballon wird in den Magen gesenkt, kräftig aufgeblasen und zurückgezogen bis ein leichtes Zurückfedern zeigt, daß derselbe in der Cardia sitzt. Mit Hilfe einer Zentimetereinteilung an der Sonde wird die Länge der Speiseröhre bestimmt. Nach Ablassen von etwas Luft kann nun durch Zurückziehen der Sonde jede beliebige Stelle aufgesucht, der Oesophagus sozusagen abgetastet werden. Für gewöhnlich wird die Aufnahme im Sitzen vorgenommen, ist im Liegen ein besserer Spitzenstoß vorhanden, so ist Seiten- oder Halbseitenlage der Rückenlage vorzuziehen. Bei einiger Uebung und Vorbereitung des Patienten durch Einführen einer gewöhnlichen Magensonde erübrige sich eine Anästhesierung. Atmung und Oesophaguskontraktionen als störende Momente ließen sich im allgemeinen ausschalten.

An Minkowskis Methode beanstandet Rautenberg außer der Dicke der Sonde, die den Patienten mehr belästige und gegenüber dem lumenlosen Oesophagus den physiologischen Verhältnissen weniger angepaßt sei, außer der Umständlichkeit der röntgenologischen Lagebestimmung (die Minkowski allerdings nur in wenigen Testfällen ausgeführt zu haben scheint), auch besonders die Aufnahme von nur einer Stelle des Oesophagus aus. Er betont die große Bedeutung des Zentimeter für Zentimeter vorgenommenen Abtastens ganz abgesehen von der dadurch möglichen Feststellung der Größenverhältnisse des Vorhofs.

Zuerst stellt Rautenberg nun ein Schema für die Vorhofstätigkeit bzw. deren Einwirkung auf die Speiseröhre auf. Die am Ende der Ventrikeldiastole eintretende Vorhofssystole (s. Abb. 2 As) bedingt eine Verkleinerung dieses Organes und markiert sich durch Abfall der Kurve; in der nun folgenden Vorhofsdiastole dehnt sich der Vorhof langsam durch die zuströmenden Blutmassen und die Kurve wird bis zum Schluß derselben steigen. Nur einmal, im Beginn der Diastole des Ventrikels (bei D), wenn ein Teil der Blutmenge durch die sich öffnende Mitralklappe in den Ventrikel stürzt, wird dieser Anstieg der Vorhofsfüllung unterbrochen. Die abgebildete Kurve spiegelt diese Idealkurve wieder. Eine Abweichung bildete jedoch die hinter der Vorhofskontraktion vorhandene

zackenförmige Erhebung. Der Vergleich mit dem Spitzenstoßcardiogramm läßt eine Beziehung zu der Ventrikelsystole vermuten. Im Gegensatz zu Minkowski, der diese „Ventrikelzacke“ durch eine

Abbildung 2.

Normale Vorhofspulsation. 16j. Mädchen. Gesund.
Kurve von Rautenberg. Arch. f. Klin. Med. Bd. 91 S. 258.

Vergrößerung des Herzens in der Verschlußzeit und Fredericq, der sie mit einem Rückstoß der schon geschlossenen Mitralklappe gegen den Vorhof hin erklärt, glaubt Rautenberg die Ursache im Spitzenstoß selbst zu finden. Bei der Entstehung des Spitzenstoßes, so meint er, finde nicht allein eine Bewegung (im Sinne einer Aufrichtung) der Herzspitze, sondern eine Lageveränderung des ganzen Herzens statt, die zu einer Kompression des am Hilus gelegenen und durch den Abgang der großen Gefäße besonders fixierten linken Vorhofs führe. Das Ueberwiegen der Vorwärtsbewegung zeichne sich dann als beginnender Abfall ab, sei also im Gegensatz zu der Ansicht Minkowskis, der dort den Beginn der Austreibungszeit setze, kein charakteristischer Zeitpunkt der Herzaktion. Dagegen müßte der zweite Fußpunkt der Zacke dem Ende der Vorwärtsbewegung, also der Spitze der Erhebung im Cardiogramm entsprechen, eine Uebereinstimmung, die Rautenberg allerdings nur „öfters“ konstatieren kann. Das nicht gesetzmäßige Uebereinstimmen der beiden Punkte erklärt er durch das „mannigfaltige Ineinandergreifen der Bewegungen an der Herzbasis“. Die in den meisten Fällen bestehende Zeitdifferenz zwischen den analogen Punkten des Oesophago- und Spitzenstoßcardiogramms, die 0,033 ja bis 0,1 Sekunden betragen könne, glaubt Rautenberg durch die verschiedene Dicke der Schichten, die Vorhof und Herzspitze von

der Pelotte trennen, erklären zu können. Daraus geht also hervor, daß die Diastole des Vorhofs zum größten Teil von der Ventrikelzacke überlagert und rein nur beim Adam-Stokes zu sehen ist. Ihren Höhepunkt erreicht sie in Punkt D, dem darauffolgenden steilen Abfall entspricht die Entleerung des Blutes in den diastolischen Ventrikel. Die Vorhofssystole müßte sich nun nach dem oben besprochenen ideellen Schema als Abfall markieren, es wäre also nur der absteigende Teil der As-Zacke als der Vorhofssystole zugehörig zu erklären (wie das auch Minkowski getan hat). Nun behauptet Rautenberg, daß bei dieser Annahme die Zeitdauer zu kurz wäre. Erst eine Vorlegung des Punktes an die in der Kurve mit einem Pfeil bezeichnete Stelle, entspreche den gewöhnlichen Angaben über die Dauer der Vorhofssystole. Zur Erklärung dieser Erscheinung nimmt Rautenberg nun an, daß es sich nicht um eine Verkleinerung, sondern auch um eine aktive Aufrichtung und Bewegung der Vorhöfe nach hinten handle. Ein zweiter Beweis scheint Rautenberg in dem Verhältnis des Beginnes der As-Welle zur aurikulären Welle des Venenpulses zu liegen. Auf jeden Fall stelle sich die Vorhofssystole in Gestalt einer Welle mit auf- und absteigendem Schenkel dar.

Einen besonderen Wert sieht Rautenberg in der Vorhofskurve insofern, als sie sich wegen der deutlichen Markierung der Grenze zwischen Ventrikelsystole und -diastole (Punkt D) zur Ausrechnung der Dauer der einzelnen Phasen der Herzaktion besonders eigne. Aus dem Ort des zweiten Tons, nach Martius registriert, und dem des Punktes D lasse sich des weiteren die Dauer der Verharrungszeit berechnen.

Wie oben erwähnt, hat sich Rautenberg schon in der erst veröffentlichten Arbeit eingehend mit den Resultaten Minkowskis befaßt. Den wesentlichsten Unterschied stellt wohl die der Ventrikelsystole vorangehende kleine Welle dar, die bei Minkowski lediglich durch einen Abfall zum Ausdruck kommt. Eine Uebereinstimmung beider Kurven führt Rautenberg durch andere Deutung der Minkowskischen Kurven herbei, indem er die erste von diesem der Ventrikelsystole zugeschriebene Zacke als Vorhofszacke und erst die zweite als Ausdruck der Ventrikelsystole ansieht. Auch er

bekommt Kurven, die denen Minkowskis gleichen, er hält sie aber durch Preßbewegungen und Oesophaguskontraktionen für verändert und bezeichnet sie kurz als „verstümmelt". Eine solche verstümmelte Kurve, die er bei Aufnahme im Liegen erhalten hat, veröffentlicht er und weist ihre Aehnlichkeit mit denen Minkowskis nach.

Im weiteren bespricht Rautenberg pathologische Fälle und geht vor allem zuerst auf die Dissoziation von Vorhöfen und Ventrikel an Hand eines Falles von Adam-Stokes ein. Die Bedeutung dieses Symptomkomplexes für die Erlangung reiner Vorhofskurven liegt ja auf der Hand. Der Physiologe erreicht dasselbe umständlicher im Experiment durch künstliche Ruhigstellung der Ventrikel mittels elektrischer Reizung bei ungestört schlagenden Vorhöfen (wie das Fredericq (13) ausgeführt hat). Dem Kliniker ist es einfacher gemacht und so ist es kein Wunder, daß die meisten Autoren, die Oesophagocardiogramme schrieben auch besonders auf das Krankheitsbild des Adam-Stokes zurückgegriffen haben.

Trotz der großen Mannigfaltigkeit der Kurve durch die willkürliche Kombination von Vorhof- und Ventrikelpulsen, welch letztere durch den diastolisch gefüllten Vorhof hindurch oft gar nicht voll zum Ausdruck kommen können, glaubt Rautenberg doch seine am normalen Vorhofspuls gemachte Anschauung in vielem bestätigt zu erhalten und weist ausdrücklich auf die Ueberlegenheit des Oesophaguspulses gegenüber dem Venenpuls zur Deutung des Bildes hin.

Zum Schlusse werden noch die Verhältnisse bei Klappenfehlern besprochen. Von größter Wichtigkeit scheint ihm der Grad der Kompensation für die Gestalt der Vorhofspulsation zu sein. Während er bei einer kompensierten Mitralinsufficienz kein neues Moment zur Diagnose findet, zeigt sich bei einem schwach kompensierten Mitralfehler eine Abflachung der Kurve in allen ihren Teilen, die durch einen gewissen Zustand der Parese des Vorhofs neben bestehender

Ueberfüllung erklärt wird. In beiden Fällen fehlte die von Minkowski beschriebene regurgitierende Insufficienzwelle!

Eine andere interessante Feststellung machte Rautenberg dann weiter an einem Fall von Myodegeneratio cordis mit Vorhofslähmung im Stadium der Dekompensation, die sich unter seinen Augen wieder zurückentwickelte. Weitere mitgeteilte Fälle von kombinierten Herzfehlern (Mitralinsufficienz und -stenose und Mitral- und Aorteninsufficienz) weisen eine steil ansteigende Insufficienzwelle auf, die aber nicht gleichzeitig mit dem Beginn der Ventrikelsystole (wie bei Minkowski), sondern etwas später einsetzend gefunden wird. Die Möglichkeit der graphischen Darstellung eines Geräusches wird sehr bestritten, die bei Minkowski gefundenen wellenförmigen Schwankungen, die dieser auf das präsystolische Geräusch bezieht, werden von Rautenberg als Ausdruck der Vorhofs- und Ventrikelzacke angesprochen.

In dieser ausführlichen Arbeit ist bereits das Wesentliche von Rautenbergs Erklärung des Oesophagocardiogramms, die, wie wir sehen, in vielen Punkten von der Minkowskis abweicht, niedergelegt, und wir werden uns bei Besprechung der folgenden Arbeiten etwas kürzer fassen können.

Der schon oben erwähnte Fall von Rückbildung einer dekompensierten Myodegeneratio mit Vorhofslähmung gibt den Anlaß über die Wirkung der Digitalis auf den Vorhof zu sprechen (42), woran sich die schon oben (S. 7) erwähnte Diskussionsbemerkung Lichtheims knüpfte. Ein anderer Fall (43) gibt ihm Gelegenheit, das Oesophagocardiogramm mit einer an der Brustwand direkt zu beobachtenden Pulsation des linken Vorhofs zu verzeichnen. Auch der Frage der Extrasystolen des Herzens geht Rautenberg mit seiner neuen Methode zu Leibe (44) und betont die besonders befriedigenden exakten Resultate, die er damit erzielte. Er weist bei den ventrikulären Extrasystolen auf die rückläufige Leitung des Extrareizes vom Ventrikel auf den Vorhof hin, also eine anscheinend retrograde Extrasystole ohne Beeinflussung des physiologischen Rhythmus

des Herzens. Anders bei den aurikulären Extrasystolen, bei denen nach jeder Extrasystole ein neuer Rhythmus auftrete. Eine Verspätung der folgenden Vorhofssystole erklärt er durch Vernichtung des an der Vene angesammelten Reizmaterials durch die retrograde über den Vorhof hinlaufende Welle.

Kombiniert mit einer Registrierung der Herztöne und Geräusche nach Weiß tritt Rautenberg (44) dann der Beziehung des Punktes D der Oesophaguskurve zum zweiten Herzton näher und berechnet die Verharrungszeit auf 0,03 Sekunden, ein Resultat, dem sich Weiß nicht anschließen kann. Er erklärt die zeitliche Differenz durch eine in der Apparatur Rautenbergs gelegene Verzögerung und glaubt die Annahme einer Verharrungszeit bestreiten zu müssen.

Eine größere Arbeit (45) beschäftigt sich mit den Beziehungen des Oesophagocardiogramms zum rechten Vorhof. Beim Hunde zeichnet Rautenberg mit der Chauveau-Mareyschen Herzsonde Druckkurven des rechten Vorhofes und vergleicht sie mit gleichzeitig aufgenommenen ösophagealen Herzkurven. Die Ergebnisse seiner Untersuchung sind: 1. die Pulsationen des rechten und linken Vorhofes zeigen gleichartige Schwankungen. 2. Die Pulsationen beider Vorhöfe zeigen genaue zeitliche Uebereinstimmung der Marken für Beginn der Vorhofssystole und Ventrikeldiastole. Damit glaubt Rautenberg den Beweis für die Zuverlässigkeit seiner neuen Registriermethode erbracht zu haben.

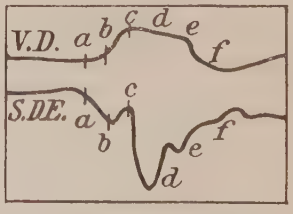
Ein hierauf angestellter Vergleich zwischen Venenpuls und Oesophaguspuls ergibt eine beträchtliche Verspätung des Venen- gegenüber dem Vorhofspuls bei sonst enger Beziehung der beiden Pulsschwankungen zueinander, ein Resultat, das, wie wir im folgenden sehen werden, zu mancher kritischen Besprechung Veranlassung gegeben hat. Auf jeden Fall glaubt Rautenberg aber feststellen zu können, daß in dem Venenpuls der Ausdruck der Pulsation des Vorhofes zu erkennen sei. Zum Schluß bespricht er noch ver-

schiedene andere, die Speiseröhre beeinflussende Pulsationen, zumal eine in den untersten Abschnitten vorhandene, wohl der Herzspitze zugehörende Pulsation, die er als „ösophageale Spitzenstoßpulsation“ bezeichnet. Vorsicht vor Verwechslung dieser Kurve mit der wirklichen Vorhofskurve sei geboten.

Eine hier angefügte Bemerkung über die ersten Arbeiten Fredericqs und Saroléas veranlaßte ersteren zu einer Erwiderung (13), die kurz besprochen werden soll. Fredericq betont hier ausdrücklich, daß der Oesophaguspuls und sein Verhältnis zur Pulsation der linken Vorkammer von physiologischer Seite schon vor mehr als 20 Jahren beschrieben worden sei und die neuen klinischen Erklärungen dieser Pulskurve in den Fällen, in denen sie von den älteren physiologischen abweichen, nicht als glücklich bezeichnet werden können. Auch er fand in der von der Oesophagussonde registrierten Kurve des linken Vorhofs alle Details des Pulses des rechten Vorhofs und gab dieser Kurve genau dieselbe Deutung. Nur in einem Punkte findet er eine Abweichung. Während der Druck im Innern der Vorkammer in der Vorkammersystole steigt, zeigt die Oesophaguskurve zu gleicher Zeit eine Senkung (siehe Abbildung 3). Bei

Abbildung 3.

V. D. Druckkurve der r. Kammer (Herzkatheter) S. OE. Oesophagussonde



a b Vorkammersystole
b c Anfang der Kammersystole
c d e systol. Plateau
e f Ventr. diast.

Zentralblatt für Physiologie. Bd. 22 S. 302.

dieser Ansicht bleibt Fredericq trotz gegenteiliger Resultate Rautenbergs. Im übrigen findet er eine ziemlich weitgehende Uebereinstimmung desselben mit seinen früheren Arbeiten und kann sich dessen Kritik daher nicht recht erklären.

Im Anschluß an diese Abhandlung veröffentlicht Fredericq dann noch die schon Seite 15 erwähnte künstliche Ventrikellähmung, die ihm seine Befunde bestätigt.

In der letzt besprochenen Arbeit geht Rautenberg auf die im Anschluß an einen von Krauß und Nikolai gehaltenen Vortrag über die funktionelle Solidarität der beiden Herzhälften gemachte Diskussionsbemerkung von Bönniger (3) ein. Dieser zweifelt den Wert des Oesophagocardiogramms überhaupt an, da sich die auf engen Raum beschränkten Pulsationen der Vorhöfe, Aorta usw. überhaupt nicht mit genügender Sicherheit voneinander trennen ließen. Rautenberg weist an Hand des von ihm geübten zentimeterweisen Abtastens und der genauen Analyse seiner Kurven, gestützt durch seine Tierexperimente, diese Zweifel zurück.

Schon oben ist erwähnt, daß Rautenberg hauptsächlich durch die Frage der Synergie oder Asynergie der Vorhöfe zur Registrierung des linken Vorhofes angeregt wurde. Dieser Frage widmet er eine eingehende Arbeit (47). Er zieht zur Entscheidung auch die von ihm beobachteten Fälle von an der Thoraxwand sichtbarer Vorhofspulsation heran. Er erwähnt Fälle von entstehender und Fälle von sich rückbildender Vorhofslähmung mit vollkommen charakteristischem Oesophagocardiogramm, weshalb er zu dem Rückschluß berechtigt zu sein glaubt, daß die Deutung desselben, besonders der As-Welle als Ausdruck der Vorhofskontraktion von ihm richtig geschehen sei.

Eine Zusammenfassung und einen gewissen Abschluß seiner bisherigen Arbeiten bildet eine umfangreiche Abhandlung über das Oesophagocardiogramm, die 1909 in der Volkmannschen Sammlung klinischer Vorträge erschienen ist (48). Sie behandelt eingangs die Resultate der bis zu diesem Zeitpunkt erschienenen fremden Arbeiten in Beziehung zu den eigenen Rautenbergs und bespricht diese nochmals ausführlich. Besonders wird dabei noch auf eine technische Forderung, nämlich die Vornahme der Registrierung im

Sitzen hingewiesen. Die bei Rückenlage auftretende Erhöhung des Thoraxdruckes und die Belastung des Vorhofs durch das Herz behindere die Exkursibilität desselben beträchtlich. Grundlegend Neues wird sonst nicht geboten, es handelt sich, wie gesagt, um eine zusammenfassende Arbeit.

Um den historischen Zusammenhang nicht zu verlieren, wird es vielleicht gut sein, vor der Besprechung der übrigen Arbeiten Rautenbergs die einschlägige Literatur, die sich seit Minkowskis und Rautenbergs ersten Veröffentlichungen ziemlich reichlich angesammelt hat, kurz zu behandeln. Alle anderen Veröffentlichungen stehen unter dem Einfluß der ersten beiden Autoren, es wird daher genügen, sich auf die wichtigsten Arbeiten zu beschränken und die andern nur kurz zu streifen.

Zuerst möchte ich die Arbeiten Joachims besprechen, der sich wie oben (S. 7) erwähnt schon auf Anregung Lichtheims mit dem Problem befaßte, ohne selbst zu brauchbaren Resultaten zu gelangen.

Nach den Veröffentlichungen Minkowskis und Rautenbergs bediente er sich der ösophagealen Registrierung öfters und weist in seinen Arbeiten (23—26) auf die Wichtigkeit dieser neuen Methode in Fragen der Diagnosenstellung besonders bei Reizleitungsstörungen hin, macht aber auch gleich Bedenken gegen den bei schweren Herzfehlern nicht indifferenten Eingriff geltend. Vergleiche von Venen- und Oesophaguspuls zeigen deren Analogie und geben ihm Gelegenheit zu Minkowskis Besprechung der Herzarhythmien Stellung zu nehmen. An Hand eines Falles von atypischer Reizleitungsstörung bespricht er die Deutung der Oesophaguskurven. Er fand bei Tierversuchen wie Rautenberg während der Vorhofskontraktion einen Anstieg, trägt aber Bedenken, dies Resultat ohne weiteres auf den Menschen zu übertragen, bei dem er wohl in sitzender Stellung ebenfalls Hebungen während der Vorhofssystole, in Rückenlage aber am selben Fall an gleicher Stelle eine unzweifelhafte Senkung in Uebereinstimmung mit der aurikulären Welle des Venenpulses gefunden hat. Die von Rautenberg festgestellte Verspätung der Venenwelle gegen das Oesophagocar-

diogramm (S. 17) findet Joachim wesentlich kleiner, so daß diese Methode der Berechnung, die Rautenberg zur Beweisführung seiner Vorhofswelle heranzieht, nicht stichhaltig sein dürfte, im Gegenteil auch in den Rautenbergschen Kurven eine Senkung an der besprochenen Stelle aufzuweisen wäre. Außer der Körperlage scheint ihm auch die Lage des Ballons im Oesophagus von größter Wichtigkeit zu sein. Er bespricht dabei einen Punkt, auf den ihn Weiß hingewiesen habe, nämlich, daß ein Organ wie der Vorhof, das bei seiner Kontraktion Kugelform annehme, an einer Stelle einen Druck, an anderer eine Aspiration ausübe.

In seiner letzten Arbeit weist Joachim noch auf das in einem Fall von dekompensierter Mitralstenose gefundene Fehlen jeglichen Ausdruckes einer Vorhofskontraktion hin. Er fand dabei auch auskultatorisch das Fehlen der präsystolischen Verstärkung des diastolischen Geräusches.

Schreiber (57) veröffentlicht anläßlich eines Falles von Herzblock eine nach der Minkowskischen Technik aufgenommene Kurve und weist dabei auf den praktischen Wert der nach seiner Ansicht ziemlich einfach auszuführenden Untersuchung für das Studium des Herzblocks hin. Er findet entsprechend der Vorhofskontraktion eine Senkung. Er bemerkt noch, daß ihm die Ermittlung der richtigen Lage des registrierenden Teils in der Speiseröhre nur aus den Ausschlägen des Zeigers am Registrierapparat zu unsicher vorkomme und empfiehlt daher in jedem Fall Feststellung der Lage der Sonde hinter dem Röntgenschirm. Es könne sonst eintreten, daß die Sonde über dem Herzen zu liegen komme und die Ausschläge sich im umgekehrten Sinne darstellen.

Hering (14), der meines Wissens selbst keine Oesophaguskurven geschrieben hat, übt in einer Arbeit über den Venenpuls Kritik an der neuen Methode, die ihm zu kompliziert erscheint, um häufiger Anwendung zu finden. Er zweifelt in Rautenbergs Arbeiten dessen Deutung der Ventrikelzacke an und kann sich auch nicht überzeugen

lassen, daß die Vorhofssystole durch einen Anstieg markiert werden soll.

Ausführlicher befaßt sich Janowski mit der Frage. Seine zeitlich ersten Arbeiten (16 und 17) konnte ich leider nicht im Original erhalten. In einer Veröffentlichung über die Demonstration von Oesophagocardiogrammen auf dem 25. Kongreß für innere Medizin (18) sind nähere Angaben und Erklärungen auch nicht vorhanden. 1910 erst erfolgt eine ausführliche Besprechung (19) unseres Themas.

Die Technik ist die Rautenbergs mit einer kleinen Modifikation, die sich auf die Einführung der nötigen Luftmenge in den Ballon bezieht, die Janowski aus Reinlichkeits- und Genauigkeitsgründen nicht mit dem Mund, sondern mit einer graduierten Metallpumpe in bestimmter Menge (50 ccm) in das System bringt. Als Registrierapparat empfiehlt er außer dem meist benutzten Jaquetschen Sphygmocardiographen den Straußschen Turgotonographen. Vergleichswerte bilden gleichzeitig aufgenommene Sphygmo- und Cardiogramme oder Herztonmarkierung nach Martius, deren subjektive Fehlerquellen er zusammen mit der latenten Reaktion der Apparatur auf durchschnittlich 0,12 Sekunden berechnet. Da für die Puls- und Vorhofskurven diese Fehler ebenfalls in Berechnung zu ziehen seien, könne faktisch ein Vergleich doch stattfinden.

Die Vorhofssystole stellt sich ihm als Senkung dar, für welche Ansicht er mehrere Beweise aufführt, die sich auf die Beziehung zum 1. Herzton, auf genaue zeitliche Ausrechnung, auf frühere Resultate (z. B. Fredericqs) und zuletzt auf einen eigenen Befund, den er bei einem Adam-Stokes erhoben, beziehen. Allerdings erhält er bei dem letzteren in Rückenlage eine Hebung, eine Beobachtung, die er auch bei anderen Kranken gemacht hat, ohne anzugeben, in welcher Stellung die Registrierung vorgenommen wurde, eine Tatsache, die die oben kurz angeführte Beweisführung etwas unsicher erscheinen läßt. Einen objektiven Beweis für die von Joachim und Weiß (Seite 21) gemachte Bemerkung glaubt er durch Versuche an einem großen Aneurysma der Arteria anonyma erbringen zu können.

Den Hauptfehler Rautenbergs sieht Janowski in einer Verwechslung der Vorhofszacke mit der Ventrikelzacke unter Fest-

setzung des Beginns der Herzdiastole an Stelle der ersteren. Diese Betonung des Punktes D habe ihn, Janowski, zuerst stutzig gemacht, denn die Entfernung vom zweiten Herzton zu diesem Punkte D, der Dauer der Verharrungszeit entsprechend, übersteige die von Rautenberg angegebenen Zahlen bei weitem. Setze man dort den Anfang der Vorhofssystole, so lassen sich die Rautenbergschen Kurven zwanglos und physiologisch weit besser erklären.

Nachdem er Rautenberg diese grundlegenden Irrtümer in der Auffassung seiner Kurven nachweisen zu können glaubte, hält er auch dessen Beweise über die beobachtete Vorhofslähmung (S. 16) nicht mehr für stichhaltig. Obwohl er durch Arbeiten von Minkowski, Theopold und Hering an der objektiven Feststellungsmöglichkeit der Vorhofslähmung nicht zweifle, ja die Vorhofskurve dafür für durchaus geeignet halte, müsse er die Schlußfolgerung von Minkowski, Rautenberg und Joachim doch noch bezweifeln. Eigene Versuche, eine Vorhofslähmung klinisch experimentell (durch Anstrengung während der Aufnahme bei geschwächtem Herzen) zu erhalten, sind nicht gelungen, doch glaubt Janowski, daß der endgültige Beweis erst durch die gleichzeitige automatische Tonmarkierung oder das gleichzeitig aufgenommene Elektrocardiogramm erbracht werden könne. Keinem Zweifel unterliege es, daß außer der der Vorhofskontraktion zugehörigen Senkungszacke alle Zacken von der Tätigkeit der Ventrikel abhängig seien. Ein Beweis seien außer dem Fredericqschen Experiment (S. 15) die Kurven bei Adam-Stokes. Er weist dann noch auf die große individuelle Verschiedenheit der einzelnen Vorhofskurven hin, macht auch auf das bei tieferem Eingehen mit der Sonde erhältliche Cardiogramm aufmerksam (vgl. den ösophagealen Spitzenstoß Rautenbergs S. 18) und zeigt, daß ein Aortogramm erst 10—14 cm über der oberen Vorhofsgrenze zu erhalten sei. Verwechslungen mit dem Atriogramm seien nicht leicht möglich.

Bei Herzfehlern findet er nur in fortgeschrittenen Fällen von Mitralstenosen eine charakteristische Vorhofskurve, bestehend in einer oft auffälligen Verkleinerung der Vorhofskontraktionssenkung. Von größter Bedeutung sei dagegen das Oesophagoatriogramm (wie Janowski das Oesophagocardiogramm genauer bezeichnet) bei Reizleitungsstörungen des Herzens.

In knappen 10 Punkten stellt Janowski diese Resultate in einem die Oesophagocardiographie behandelnden Kapitel seines Werkes über funktionelle Herzdiagnostik (20) zusammen. In einer französischen Zeitschrift (21) bespricht er nochmals die Resultate und demonstriert die synchrone Arbeit beider Vorhöfe bei Ueberleitungsstörungen an Hand kombinierter Aufnahmen von Oesophagus- und Venenpulskurven.

Rautenberg befaßt sich in seiner nächsten größeren Arbeit (49), um das vorweg zu nehmen, sehr kurz mit dieser Kritik, indem er Janowski einen unterlaufenen Rechenfehler nachweist, auf welchem sich alle die abweichenden Schlüsse aufbauen. Doch bevor wir diese Arbeit näher besprechen, sind noch einige andere ausländische Autoren kurz zu erwähnen.

Die Holländer de Vries (58) und van den Heuvel (15) haben nach Rautenberg Oesophaguskurven geschrieben. Lian (28) bringt die Methode in Anwendung bei Untersuchung der Frage, ob ein systolisches Geräusch an der Herzspitze auf organischer oder funktioneller Mitralinsufficienz beruhe, oder als cardiopneumatisch zu deuten sei. Konstante Resultate erhält er erst, wenn auch klinisch das Bild ausgesprochen ist. Clerc und Esmein (4 und 5), die mit Rautenbergs Technik arbeiteten, sprechen von zwei positiven Wellen, von welchen die präsystolische der Kontraktion des Vorhofs entspräche. Als Fehlerquellen seien in Betracht zu ziehen die Stellung des Patienten, die Höhe und Lage des Ballons, Ventrikelhypertrophie, Vorhofskontraktibilität und Peristaltik des Oesophagus. Sie sind der Ansicht, daß die Methode nur bei kräftigen Patienten in Anwendung gebracht werden könne und halten sie gegenüber dem Venenpuls für weniger wichtig. Außer diesen arbeitete noch Pace (36) und Young und Hewlett (65) über dieses Thema und bekamen im großen ganzen

mit Rautenberg übereinstimmende Resultate, besonders die Frage der positiven Vorhofswelle betreffend.

Alle die bis jetzt besprochenen Arbeiten zeigten große Widersprüche, hervorgerufen durch die unklare zeitliche Bestimmung der einzelnen Herzphasen in der Kurve. Die oben schon erwähnte Arbeit Rautenberg's (49) stellt nun in dieser Beziehung einen gewissen Wendepunkt dar, indem sie sich zuerst mit der Beziehung des Oesophagocardiogramms zu dem Elektrocardiogramm befaßt. Allerdings handelt es sich mehr um eine Analyse des letzteren als umgekehrt.

Während der Spitzenstoß nur als Signal für den Beginn der Ventrikelsystole in Frage komme, liefere das Oesophagocardiogramm (nach Rautenbergs früheren Ausführungen) außer diesem noch Beginn und Dauer der Vorhofssystole und den Beginn der diastolischen Erweiterung des Ventrikels. Bei der Vergleichung seien in Betracht zu ziehen erstens die Latenzzeit des Herzens und zweitens die Verzögerung der mechanischen Registrierung. Aus diesen beiden bekannten Größen rechnet Rautenberg eine Verzögerung der Erhebung der Herzspitze gegenüber dem elektrischen Aequivalent von 0,06 bis 0,07 Sekunden aus. Diese Berechnung ist jedoch bei der Betrachtung von Vorhofskurve und Elektrocardiogramm unnötig, da eine direkte Vergleichung möglich ist, und zwar durch die Verbindung von sicher miteinander in Beziehung stehenden Punkten der beiden Kurven. Verbinde man die Punkte des Beginnes der Vorhofswellen, dann ergäbe sich durch ein System paralleler Linien, daß sich Initialzacke und Beginn der Ventrikelsystole Endpunkt der Finalschwankung und Punkt D der Vorhofskurve entsprechen. Diese Tatsachen werden dann zur näheren Deutung des Elektrocardiogramms benutzt.

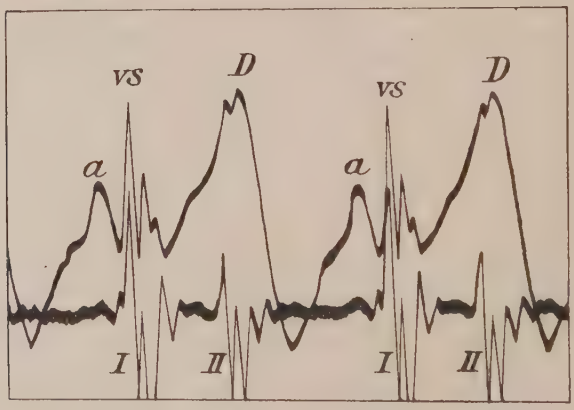
Eine andere Neuerung stellen die Arbeiten von Edens dar, insofern sie zum erstenmal am Frankschen Spiegelsphygmographen geschriebene Oesophaguskurven veröffentlichen.

In seinen großen Arbeiten über Pulsstudien (7 und 8) kommt Edens auch ausführlich auf die Oesophagocardiographie zu sprechen.

Seine Technik ist im wesentlichen die Rautenbergs, doch mit beachtenswerten Modifikationen. Vor allem glaubt er, daß der 4 cm lange Ballon am untern Sondenende durch die Atmung zu stark beeinflußt werde. Er wählt denselben, der an einer 4 mm dicken Sonde angebracht ist, nur 1,5 cm lang und erzielt damit eine differenziertere Registrierung. Um diesen Apparat stark aufblasen zu können, ohne die Mareysche Kapsel bzw. die Franksche Herztonkapsel zu sehr zu belasten, schaltete er einen Gummiballon in das geschlossene System ein. Der Gang der Aufnahme entspricht dem Rautenbergs.

Auf Grund der erhaltenen Kurven kommt Edens zu dem Resultat, daß er einen gut registrierten Vorhofspuls als besten Ausgangspunkt für die Analysierung der Herztätigkeit bezeichnet. Als Vergleichsobjekt dienen die mit der Frankschen Herztonkapsel registrierten Herztöne. Die beigefügte Abbildung soll zur Veranschaulichung des im folgenden Ausgeführten dienen.

Abbildung 4.



Edens, D. A. f. klin. Med. Bd. 100 S. 244 Tafel II Fig. 1.

Edens findet im Vorhofs- wie im Jugularispuls drei Hauptwellen, eine der Vorhofssystole entsprechende mehr oder weniger hohe Zacke mit anschließend stärkerer Senkung, die der Ventrikelkontraktion 0,1 Sekunden vorausgeht, darauf als Folge der Kammer-

systole eine Zacke von komplizierterer Form als sie Rautenberg findet, wohl nicht nur ein Ausdruck der stattfindenden Lageveränderung, sondern anderer nicht näher zu erkennender Momente, vielleicht der Schwingungen der Mitralklappen. Die dritte Welle stellt die rasche diastolische Füllung des Vorhofs und die prompt einsetzende Entleerung bei der Mitralklappenöffnung in steilen Schenkeln dar.

Die Annahme Rautenbergs, die Vorhofskontraktion müsse sich immer als Zacke darstellen, kann Edens nicht bestätigen. Er findet im oberen und unteren Bereich des Vorhofs meist eine Einsenkung und nur in der Mitte desselben eine Zacke, ein Befund, welcher der S. 21 von Weiß gemachten Erklärung recht geben würde. Edens macht überhaupt auf die große Inkonstanz der Wellen aufmerksam. Die von Rautenberg aus einem Abstand zwischen zweitem Herzton und Beginn der Diastole errechnete, 0,04 Sekunden betragende Verharrungszeit des Herzens findet Edens trotz der genaueren Registriermethode nicht bestätigt. Die typische Vorhofspulsation sei in einer Ausdehnung von 5 cm vorhanden, größere Zahlen sprächen für Vorhofsdilatation. Eine für bestimmte Klappenfehler des linken Herzens charakteristische Form des Vorhofpulses kann Edens nicht finden. Der größere Wert des Oesphagocardiogramms liege in der Beurteilung der Herzarhythmien.

In einer Fortsetzung dieser Arbeit bespricht Edens noch die schon von Rautenberg (S. 17) konstatierte Verspätung der Venenwelle, die sowohl bei gleichen wie bei verschiedenen Individuen eine wechselnde sei. Edens kann das im allgemeinen bestätigen, findet jedoch bei sehr guten Kurven eine gewisse Konstanz.

In den folgenden Jahren hat sich Edens meines Wissens mit diesem Spezialzweig der Cardiographie nicht mehr beschäftigt. Dagegen finden wir 1912 und 1913 in der französischen Literatur unser Thema behandelt. Bard (1) betonte die Wichtigkeit der Aufnahme des Venenpulses und des Oesophagocardiogramms neben der immer mehr Verbreitung findenden elektrocardiographischen Methode. Er zieht dasselbe zur Feststellung von Herzhypertrophieen, die durch eine hohe und lange präsystolische Welle sich charakterisieren, heran. Étienne (9) kommt auf Grund von

Versuchen nach der Technik Fredericqs zu dem Resultat, daß die Vorhofswelle beim Menschen und Hunde sich unter normalen Bedingungen als positive Erhebung darstelle, bei gewissen individuellen Veränderungen aber, z. B. unter dem Einfluß der Atmung, bei Verschiebung des aufnehmenden Ballons usw. schwächer oder gar negativ werden könne. Cottin (6) bespricht in einer längeren Arbeit, die mir leider nicht im Original vorliegt, eine eigene Technik, die mit der Rautenberg'schen jedoch ziemlich ähnlich zu sein scheint. Als Optimum der Registrierung gibt er eine Entfernung von 32 bis 37 cm Schneidezahnabstand an. Als Vergleichskurven werden Herzspitzenstoß-, Arterien- und Venenpulskurven mitgezeichnet. Eine Besprechung der erhaltenen Resultate wird nach Angabe des Referenten in der Arbeit nicht vorgenommen.

1913 erschien wieder eine Arbeit Rautenbergs (50) in der er die Resultate der bis zu diesem Zeitpunkte veröffentlichten Arbeiten kurz bespricht, die bis auf diejenigen Janowskis in den wesentlichen Punkten mit seinen Deutungen übereinstimmen.

Janowski weist er auch in der zweiten Arbeit (20) nach Richtigstellung einer rechnerischen Differenz eine Uebereinstimmung mit seinen eigenen Resultaten nach. Genauer geht er dann nochmals auf die Beziehungen zwischen Venenpuls und Oesophagocardiogramm ein, indem er im wesentlichen die Resultate seiner früheren Arbeiten zusammenfaßt und die Resultate von Edens und Ohm kritisch bespricht. Es würde wohl im Rahmen meines Themas zu weit führen, die vielen einschlägigen Arbeiten über die Korrelation zwischen Oesophagus- und Venenpuls (ich nenne hier nur die von Frank und Ohm) ausführlicher zu besprechen. Die Literatur ist darüber in den letzten Jahren so umfangreich geworden, daß sie wohl einer eigenen Behandlung bedürfte.

Im selben Jahr, in dem diese Arbeit Rautenbergs erschienen ist, beleuchtet A. Weber den Wert des ösophagealen Cardiogramms in einer Veröffentlichung (59).

Nach einer interessanten Besprechung der Verhältnisse des Vorhofdruckes vor und nach Eröffnung der Pleurahöhle, die wieder an die Voruntersuchungen zu unserem eigentlichen Thema anknüpfen, macht er Einwendungen gegen die bislang geübte Methode der Oesophagusregistrierung geltend. Er weist darauf hin, daß zweierlei Bewegungsmomente der Vorhofswand scharf zu trennen seien, erstens die durch die Kontraktion der Vorhofsmuskulatur bedingten, denen die Druckschwankungen im Vorhof entsprechen und zweitens solche, die ihre Entstehung Bewegungen des ganzen Herzens verdanken. Wie weit eine dieser beiden Komponenten bei der vom Oesophagus aus aufgenommenen Kurve zur Geltung komme, sei nicht zu entscheiden. Die Methode Rautenbergs scheint ihm außerdem in bezug auf die Beeinflussung der Kurve durch Eigenschwingungen der 4 cm langen Gummiblase nicht einwandsfrei, ein Punkt, auf den ja schon Edens hingewiesen hat. Ein weiterer Beweis für die Unzulänglichkeit der Methodik und dafür, daß der Oesophaguspuls nicht dem Druckpuls des Vorhofes entspricht, ist ihm die verschieden berechnete Verspätung des Vorhofs gegen die Venenwelle bei Rautenberg und Edens. Auch die Ansicht, daß Vitien der Mitralklappe sich im Oesophagocardiogramm nicht darstellen sollen, scheint ihm aus der einfachen Ueberlegung des Blutrückstroms in den Vorhof bei insufficienter Klappe unwahrscheinlich. Die von Rautenberg zur Stützung seiner Hypothese angeführte analoge Erscheinung bei einem Fall von Tricuspidalinsufficienz sieht er aus verschiedenen Gründen als nicht stichhaltig an. Aus all dem zieht Weber den Schluß, daß der Oesophaguspuls zur Erklärung des Jugularpulses nicht geeignet sei.

Wie vorauszusehen, hatte diese Kritik eine scharfe Erwiderung Rautenbergs (51) zur Folge. In Uebereinstimmung mit Chauveau und Fredericq glaubt er am Tierexperiment (46) nachgewiesen zu haben, daß die ösophageale Wandregistrierung die Druckschwankungen des Vorhofpulses sehr deutlich und zeitlich genau wiedergibt. Weber aber spricht er, so lange er keine praktischen Versuche gemacht und seine (Rautenbergs) Arbeiten nicht gelesen habe, das Recht zu solcher Kritik ab. Weber versucht nun in seiner Erwiderung (60) den Nachweis einer Verschiedenheit der beiden

im Tierexperiment erhaltenen Kurven zu bringen und macht außerdem darauf aufmerksam, daß es nach seinen Untersuchungen (im ersten Teil 59) unmöglich sei, von der Außenseite des Vorhofes eine exakte Druckkurve zu schreiben.

Rautenberg bringt dann noch 1914 eine kurze Notiz (52), in der er nochmals ausdrücklich die Verdienste Fredericqs hervorhebt. Im März 1918 (52) spricht er über den Zusammenhang der Vorhofspulse mit den Venenpulsen ohne anscheinend eine grundlegende Aenderung oder Neuerung in Methodik oder Erklärung seiner Kurven zu bringen, es ist also anzunehmen, daß Rautenberg im großen ganzen an seiner im Vorhergehenden geschilderten Auffassung noch festhält.

Eine interessante, im Jahre 1914 im Pflügerschen Archiv erschienene Arbeit möchte ich zum Schluß noch etwas ausführlicher besprechen. Sie stammt von Benjamins (2), der als Laryngologe auf dem Wege der Oesophagoskopie dazu kam, Oesophagocardiogramme zu schreiben. Er bemerkte dabei nämlich an 2 Stellen Pulsationen, die eine in der Höhe der Bifurkation der Trachea, die andere in etwa 32 cm Zahnreihenabstand. Diese letztere größere stelle sich im einzelnen folgendermaßen dar: Synchron mit dem Herzschlag komme von links vorne eine Vorwölbung zum Vorschein, die einige komplizierte Bewegungen mache, darnach schnell wieder verschwinde, um nach kurzer Zeit wieder zu erscheinen.

Die Literatur, die Benjamins als spärlich bezeichnet, ist nur zum Teil verwertet. Nach näherem Eingehen auf die topographischen Verhältnisse wird die von der sonst üblichen etwas abweichende Technik besprochen. Statt des Bougies nimmt Benjamins ein ziemlich starkes Gummiröhrchen von 1 mm Wanddicke und 5 mm Innenweite; an dem knopfförmigen Schlauchansatz wird ein Condomfingerling so angebunden, daß er das Röhrchen 3—4 cm überragt. Das Instrument wird mit Paraffinum liquidum schlüpferig gemacht, von dem Patienten angeblich mit wenig Nachhilfe leicht

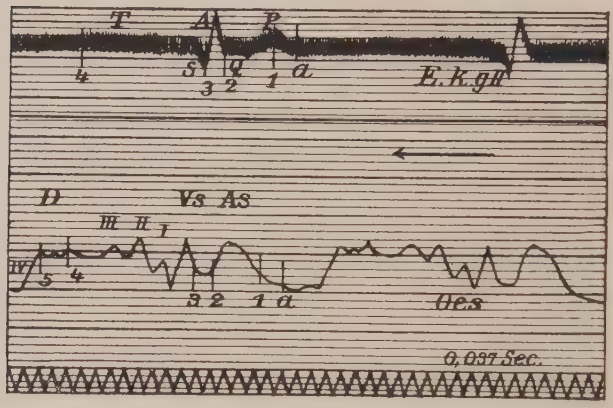
geschluckt, so daß eine Anästhesierung nur in wenigen Fällen notwendig sei. Die Feststellung des richtigen Ortes der Registrierung geschieht unter Leitung des Ohres, indem nach einer im zweiten Teil seiner Arbeit ausgeführten Methode die Stelle der größten Deutlichkeit der Vorhofstöne gewählt wird. Die sitzende Stellung bevorzugt Benjamins aus den gleichen Gründen wie Rautenberg. Das Aufblasen des Systems, das er mittels Doppelgebläses vornimmt, geschieht unter größerem Druck (30 mm Wasser bis 20 mm Hg). Ein neues Registrierinstrumentarium (von Kaiser angegeben) ermöglicht die Arbeit unter diesem Druck. Als Vergleichsobjekt wird das Elektrocardiogramm mitgeschrieben.

Benjamins unterscheidet nun zwei Typen von Kurven: Eine einfachere von früheren Untersuchern schon festgestellte, die drei Gipfel und drei Täler aufweist, und große Aehnlichkeit mit den Vorkammerdruckkurven und dem Venenpuls hat, und eine kompliziertere Form, die außer diesen drei Erhebungen noch einige kleinere besitzt. Diese letztere glaubt er zu gewinnen, wenn der Oesophagus dicht um den Ballon schließt und nicht, wie häufig, klafft, die feinere Registrierung durch den Druck der Außenluft verhindernd. Ein beigegebenes Kurvenstück diene zur Orientierung, wobei zu beachten ist, daß die Kurve von rechts nach links gelesen werden muß.

Die Deutung, die Benjamins seinen Kurven im einzelnen gibt, ist kurz folgende: Wie Rautenberg spricht er die ganze As-Zacke, steigenden und fallenden Teil, der Vorhofsaktion zu. Die Erhebung erklärt er durch ein Aufwärtsrücken der Atrioventriculargrenze zu Beginn der Vorhofszusammenziehung, den Abfall nicht durch Vorhofserschlaffung, sondern Inhaltsentleerung. Zwischen Vorhofserhebung und Ventrikelzacke wird eine kleine „Zögerzeit“ des Ventrikels festgestellt, mit der zeitlich die R-Zacke des Elektrocardiogramms zusammenfällt. Die Ventrikelzacke erklärt er durch einen Druck, dem der Inhalt des Vorhofs nach Schluß der Atrioventricularklappen ausgesetzt sei und der die Wand ausdehne. Bei Oeffnung der Semilunarklappen tritt eine Senkung der Atrioventriculargrenze ein, die noch durch den Rückstoß verstärkt wird. Durch die eintretende Füllung des Vorhofes werde jedoch die Gummiblase bald wieder eingedrückt. Die Schwankungen beim Beginn der Kammerdiastole (zwischen 4 und 5) seien dem Schluß

der Semilunarklappen zuzuschreiben, der deutliche steile Abfall bei 5 entspreche der Oeffnung der Atrioventricularklappen. Aus diesen beiden Punkten sei die diastolische Verschlußzeit des Herzens gut zu erkennen. Die Möglichkeit der graphischen Registrierung der

Abbildung 5.



Kurve von Benjamins. Pflügers Archiv 1914, S. 134 Fig. 5.
Normaler Fall, kompliziertere Form.

Herztöne in der Kurve, die Rautenberg bestreitet (S. 16), beweist die Ueberlegenheit der Kaiserschen Registriermethode, die diese Klappenschwingungen so deutlich zur Anschauung bringt, zweifellos. Drei Zacken während der Kammersystole werden als sekundäre systolische Erhebungen auf pletysmographischem Wege erklärt, welche Annahme durch Kurven von Frederieq und Chauveau-Marey gestützt wird. Ein weiterer Beweis ist Benjamins das Verschwinden derselben bei Eröffnung des Thorax, wie es Weber (59 I. Teil) nachgewiesen hat. Eine genaue Berechnung der Druckschwankungen in der Brusthöhle schließt sich zur Stütze seiner Behauptung an diese Ausführungen.

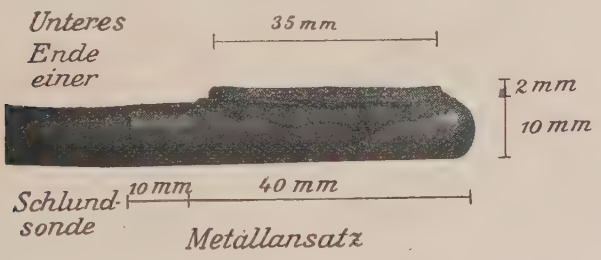
Der zweite Teil seiner Abhandlung, zu dem der hier mehr interessierende erste Teil eigentlich einen Vorversuch darstellt, handelt dann von der ösophagealen Auskultation und der Registrierung der ösophagealen Herztöne, eine Methode, die geistreich

erdacht der Beachtung verdient, deren genaue Besprechung aber nicht in den Rahmen dieser Arbeit gehört.

Ich hoffe, im Vorhergehenden ein ziemlich vollständiges und getreues Bild der Entwicklung der Kenntnisse vom Oesophagocardiogramm gegeben zu haben. Bei der Besprechung unserer Methode und unserer Resultate möchte ich mich an eine von Professor Weitz und mir kürzlich im Deutschen Archiv für klinische Medizin veröffentlichte Arbeit (64) halten und auch deren Kurvenmaterial benützen.

Was zuerst unsere Aufnahmetechnik betrifft, so gingen wir von der Anschauung aus, die Aufnahmepelotte, wie sie Frank angegeben hat, möglichst getreu nachzuahmen. Von einer elastischen Magensonde von 10 mm Durchmesser, 30 mm Umfang und 1 mm Wanddicke, wurde der unterste Teil dicht oberhalb der oberen seitlichen Oeffnung abgeschnitten und dafür ein rundes, im Umfang der Dicke der Magensonde entsprechendes, vorn geschlossenes, halbkugelig auslaufendes Metallrohr von 50 mm Länge angefügt (Abbildung 6). Dieses Endstück hatte an einer Seite eine 35 mm lange, 10 mm breite Oeffnung, um die eine 1,5 mm

Abbildung 6.



hohe, im oberen Teil nach außen umgebogene Leiste geführt war. Diese erlaubte ein über der Oeffnung ausgespanntes Stück dünnen Gummis mittels eines Bindfadens zu befestigen. Wir wählten, wie zu den Aufnahmepelotten für Spitzenstoß und arterielle Pulse keinen Condomgummi, sondern etwas kräftigeren, wie er etwa bei dünnen Esmarchbinden verwandt wird. Die Sonde wurde auf der der

Aufnahmepelotte gegenüberliegenden Seite mit einer Zentimetereinteilung versehen, ihr oberes Ende durch ein Glasrohr und einen Schlauch mit einer Frankschen Herztonkapsel verbunden. Die Entfernung von der Aufnahmemembran bis zur Herztonkapsel betrug ca. 150 cm.

Nach vorheriger Anästhesierung des Rachens mit 10%iger Cocainlösung wurde die Sonde mit nach vorn gerichteter Membran eingeführt, und zwar so weit, daß der Abstand der Membranmitte von der vorderen Schneidezahnreihe 32 cm betrug. Nach einer Aufnahme in dieser Stellung folgten weitere in 34, 36, 38 und 40 cm Entfernung. Die Aufnahme wurde in halbliegender Stellung des Patienten vorgenommen; gleichzeitig mit dem Oesophagocardiogramm wurde das Elektrocardiogramm (Ableitung II, rechter Arm, linkes Bein) und der Schatten einer pro Sekunde 100 Schwingungen machenden Stimmgabel aufgezeichnet.

Wie man sieht, weicht diese Technik wesentlich von der bis jetzt üblichen ab. Wie schon gesagt, beabsichtigten wir ein der Frankschen Aufnahmepelotte möglichst äquivalentes Instrument zu konstruieren. Ein solches ist aber der nach allen Seiten frei bewegliche Ballon, wie ihn Edens im Anschluß an Rautenberg benützte, zweifellos nicht (was auch A. Weber schon sehr richtig betont hat. Vgl. S. 29), noch weniger in Verbindung mit der dünnen, nachgiebigen Sonde, oder gar dem Gummiröhrchen, das Benjamins verwandte. Unsere halbstarre, elastische Sonde gewährleistet ein ruhiges Verharren an der gewünschten Stelle. Dabei ist bei unserer einseitigen Anordnung des kompressiblen registrierenden Gummiteiles ein stärkeres Zusammenpressen nicht zu befürchten, weswegen wir auch bei halber Rückenlage die schönsten Resultate bekamen. Atembewegungen teilten sich unserer Apparatur aus dem gleichen Grunde überhaupt nicht, Oesophaguskontraktionen nur in mäßigem Grade durch Verkleinerung und Verflachung der Ausschläge mit, im Gegensatz zu den bisher beschriebenen Instrumenten. Vereinfachend und zeitersparend ist ferner, daß wir nicht ge-

zwungen sind, das System unter Druck aufzublasen. Das exakte Anliegen der Pelotte an dem Vorhof hatte so starke Ausschläge zur Folge, daß sie sich in dem luftdicht abgeschlossenen System ohne jede Druckvermehrung aufs feinste übertrugen. Es war bei der Entbehrlichkeit eines Ueberdruckes daher auch die Zwischenschaltung eines weiteren Gummiballons zur Schonung der Herztonkapsel, wie das Edens (S. 26) vorgeschlagen, unnötig und ein weiteres, die feine Registrierung sicher nicht förderndes Moment ausgeschaltet.

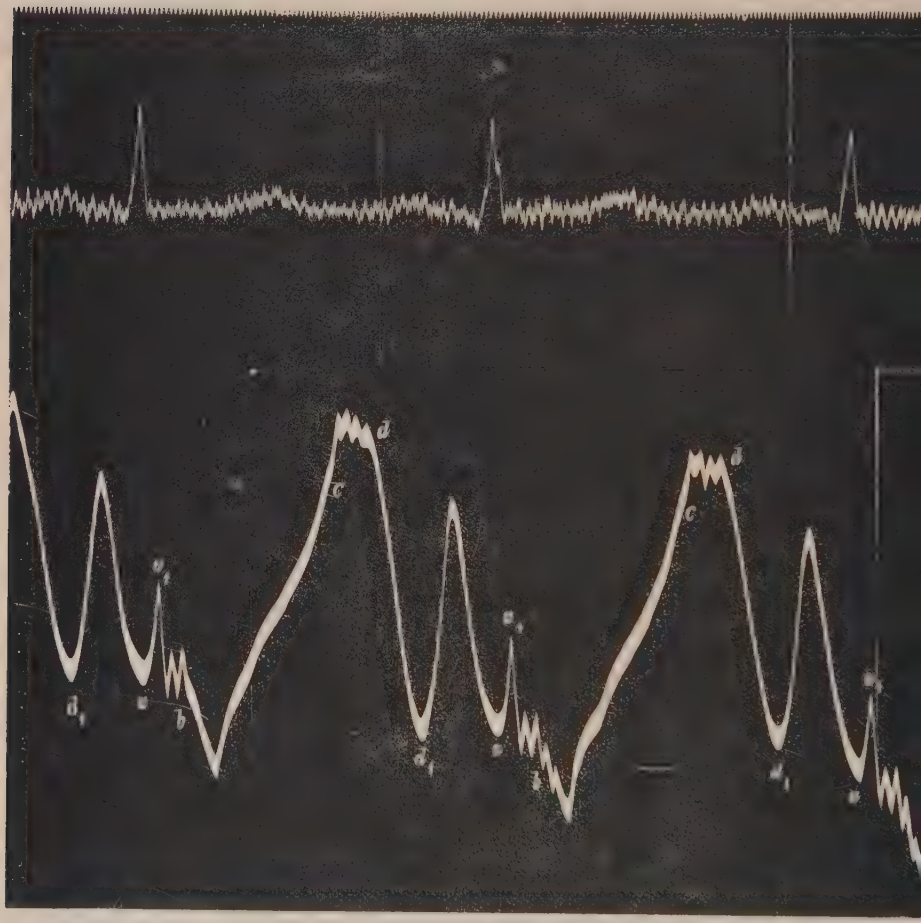
Die Einführung der Sonde ließ sich bei einiger Uebung leicht und schonend bewerkstelligen. Die meisten Patienten machten während der kurzen Dauer der Aufnahmezeit (durchschnittlich etwa 1 Minute) keinerlei Schwierigkeiten. Trotzdem sahen wir bei dekompensierten Herzleiden im allgemeinen von einer Registrierung von der Speiseröhre aus ab. Wir machten grundsätzlich bei jedem Fall Aufnahmen in verschiedener Tiefe. Bei der Anordnung der Zentimetereinteilung an der Sonde war dies rasch ausführbar, sicherlich schneller als das Aufsuchen der Cardia mit Ablassen und Wiedereinblasen von Luft. Den Vorteil unseres Registrierapparates, des Frankschen Spiegelsphygmographen, brauche ich nicht erst besonders hervorzuheben. Warum Edens, der mit demselben Apparat gearbeitet hat, so um manche Einzelheiten ärmere Kurven erhält, ist wohl in der den Ansprüchen der Frankschen Aufnahmepelotte keineswegs genügenden Konstruktion seiner Sonde gelegen.

Die Kurven, die wir mit unserer Aufnahmetechnik erhielten, zeigten ein recht typisches Aussehen. Als Beispiel diene zunächst Abbildung 7. Die Buchstaben sind entsprechend der Bezeichnung in den früheren Arbeiten von Weitz über das Cardiogramm (61 und 62) gewählt.

Wir sehen bei Punkt d_1 sich die Kurve zunächst etwas langsamer, dann schneller erheben, und dann anfangs schneller, dann langsamer abfallen bis zum Punkt a , wo der zweite

steile Anstieg der Kurve beginnt. Die Lage der Erhebung zwischen d_1 und a zu dem Elektrocardiogramm macht es sicher, daß sie der aktiven Vorhofskontraktion entspricht.

Abbildung 7.



Es richtet sich der vorher schlaffe Vorhof auf und bewirkt dadurch den Kurvenanstieg. Der nachherige Abfall kommt durch seine Volumverminderung infolge der Entleerung des

Blutes in den Ventrikel zustande. Bei a beginnt eine kürzere, ebenfalls steil an- und absteigende Zacke, der zwei kleinere Zacken folgen. Der Punkt a fällt mit dem aufsteigenden Ast der R Zacke des Elektrocardiogramms zusammen und ist als Beginn der Ventrikelkontraktion anzusprechen. Der erste systolische Anstieg fällt in die Zeit, wo ein funktioneller Abschluß zwischen Ventrikel und Vorhof noch nicht existiert und wo bei geöffneten, resp. erschlafften Mitralklappen der im Ventrikel ansteigende Druck sich in den Vorhof fortpflanzt. Im Punkt a_1 sind die Mitralklappen bis in die Endstellung vorgewölbt. Der Einfluß des vermehrten Ventrikeldrucks hört auf und die Kurve sinkt wieder zurück. Es folgen zwei kleinere Zacken, die wir analog ähnlichen Zacken im Cardiogramm (vgl. Weitz 61) auf Transversalschwingungen der Mitralklappen beziehen möchten. Sie sind hervorgerufen durch das jähe Ansteigen des Ventrikeldrucks und entsprechen dem ersten Herzton.

Bei b wird die Kurve dann nach unten geführt. Im Cardiogramm tritt in dieser Zeit ein jäher Anstieg ein, der auf die durch das Einströmen des Blutes in die Aorta bedingte Streckung und Dehnung dieses Gefäßes zu beziehen ist. Wie die in ihrer Gestalt veränderte Aorta den linken Ventrikel nach vorn wirft, so wird, wie wir glauben möchten, auch der Vorhof die nach vorn gerichtete Bewegung mitmachen. Es kommt nun ein Anstieg der Kurve, der durch die Volumsvermehrung des Vorhofs während der Systole der Ventrikel bedingt sein muß.

Bei Punkt c sehen wir die Kurve sich plötzlich schnell erheben und daran anschließend eine Reihe kleinerer Zacken. Die plötzliche Erhebung erscheint uns durch den Stoß des Aortenblutes auf die sich schließenden Aortenklappen bedingt zu sein, ebenso wie die kleinen Zacken durch die diesem Stoß folgenden Nachschwingungen der Klappen und des mit Blut gefüllten Herzens. Die kleinen Erhebungen entsprechen

dem zweiten Herzton. Nachdem nun die Kurve einen mehr weniger wagerechten Verlauf genommen hat, sinkt sie bei Punkt d jäh ab. Es muß dies der Moment sein, wo nach Oeffnung der Mitralklappen der Vorhof sich zu entleeren beginnt. Das Absinken dauert bis zum Punkt d_1, wo die Kontraktion des Vorhofs und seine Aufrichtung anfängt, wie es vorn beschrieben war.

Wir hätten also, wenn wir die einzelnen Phasen noch einmal betrachten, von d_1—a die Zeit der aktiven Vorhofskontraktion, von a—b die Anspannungszeit, von b—c die Austreibungszeit, von c—d die Entspannungszeit und von d—d_1 den ersten Teil der Anfüllungszeit, der ohne aktive Vorhofskontraktion vor sich geht. Die Resultate decken sich in den Hauptpunkten, der As-Zacke, der Vs-Zacke und der Erklärung des Punktes D mit den Annahmen Rautenbergs und den Anhängern seiner Deutung.

Von diesem Kurventyp kommen nun auch bei optimaler Pelottenlage eine Reihe von Abweichungen vor. Zunächst am Vorhof: Die Kurve der Vorhofskontraktion zeigt nicht immer den geschilderten einfachen Verlauf. Relativ häufig steigt die Kurve zunächst an und sinkt dann, um darnach wieder anzusteigen, bis zum Beginn der Ventrikelkontraktion (vgl. Abbildung 10 c). Das scheint zu beweisen, daß die Vorhofskontraktion eine nicht immer ganz einheitliche Muskelkontraktion darstellt. Auch frühere Befunde ließen das schon vermuten. So fand Piper (37), daß die Druckschwankung der Vorhofsystole häufig doppelgipflig sei. Er glaubt, daß dies möglicherweise auf die Kontraktion zweier nicht ganz gleichzeitig arbeitender Abschnitte der Vorhofsmuskulatur etwa Herzohr und eigentliches Atrium zu beziehen sei. Ebenso wurden am Cardiogramm von Weitz (61) Zeichen einer ungleichmäßigen Vorhofstätigkeit gefunden. Anstatt einer Welle während der Zeit der aktiven Vorhofskontraktion fanden sich nicht selten zwei Wellen, von denen die erste etwa doppelt so lang zu sein pflegte als die zweite.

Das Bild der Vorhofskurve läßt sich (wie die Piperschen Befunde bei direkter Aufschreibung des Vorhofdrucks und die Weitz'schen am Cardiogramm) vielleicht am besten erklären, wenn man annimmt, daß die Lösung des Kontraktionszustandes des Vorhofes nicht überall gleichzeitig erfolgt, sondern daß die Basisteile, d. h. die dem Ventrikel benachbarten Bezirke längere Zeit im Kontraktionszustand verharren, als der der Basis gegenüberliegende Teil. Diese Erklärung erscheint deswegen naheliegend, weil für den Ventrikel das gleiche Verhalten, das längere Verharren der Basisteile im Kontraktionszustand gegenüber der Spitze, allgemein angenommen wird.

Es würde nach dieser Erklärung der erste Anstieg der Vorhofskurve bedingt sein durch die Aufrichtung des sich kontrahierenden Vorhofs, der Abfall durch die Verkürzung des sein Blut ausstoßenden Atriums, der letzte Anstieg durch ein Nachlassen des Kontraktionszustandes an dem der Basis gegenüberliegenden der Pelotte anliegenden Vorhofteil, der dann bei der infolge der Tätigkeit der Basisteile des Vorhofs noch anhaltenden Drucksteigerung ein wenig vorgebuchtet würde.

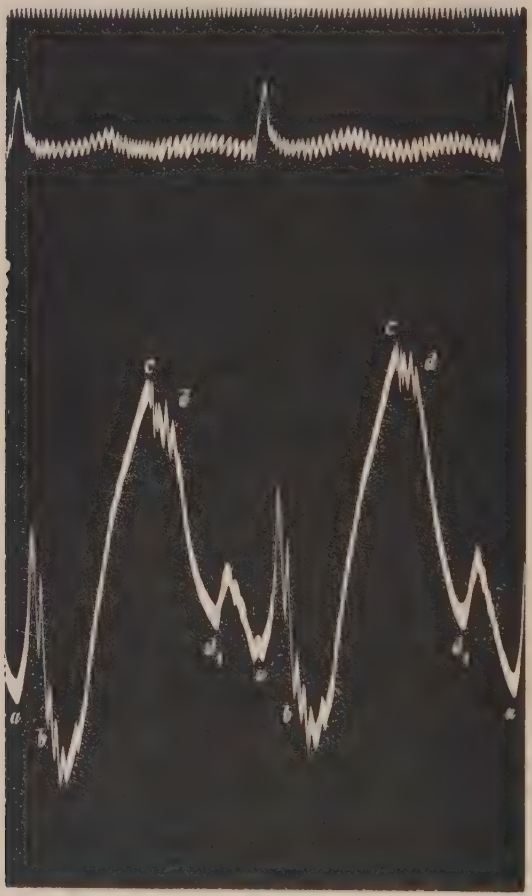
Im systolischen Teil des Cardiogramms finden sich hinter den durch Klappenschwingungen bedingten Erhebungen oft noch eine Reihe anderer ähnlicher kleiner Schwingungen. Wir sehen bereits in dem zweiten und dritten Cardiogramm der Abbildung 7, daß hinter b, also im ersten Teil der Austreibungszeit, zwei kleine plumpe Zacken vorhanden sind. Solche sind in anderen Kurven noch ausgesprochener, z. B. in Abbildung 8. Sie sind, wie wir glauben möchten, durch Erschütterungen des Vorhofs und seines Inhalts infolge der starken aktiven Bewegung des sich entleerenden Ventrikels bedingt.

Die Schwingungen in der Anspannungs- und Austreibungszeit sind oft so ähnlich, daß sie nicht voneinander unterschieden werden können. Die Kurve verliert dann ihre

Brauchbarkeit zur Abtrennung der Anspannungszeit von der Austreibungszeit.

Statt des Absinkens der Kurve im ersten Teil der Aus-

Abbildung 8.



treibungszeit, das wir auf Vorwärtsbewegung des ganzen Herzens infolge der Streckung und Dehnung der Aorta bezogen, finden wir in seltenen Fällen einen nach aufwärts gerichteten Kurvenausschlag. Durch die Aortenstreckung

wird, wie man annehmen muß, in solchen Fällen der Vorhof nach hinten geworfen werden können.

Eine recht häufige Abweichung findet sich in der Diastole. Während gewöhnlich im ersten Teil der Anfüllungszeit ein Absinken der Kurve stattfindet, sieht man nicht selten einen Anstieg, der anfangs stärker, dann schwächer zu werden pflegt und von dem sich der Beginn der aktiven Vorhofskontraktion als neuer steiler Anstieg erhebt (Abbildung 11, 12, 13). Oder es sinkt die Kurve nach anfänglichem Steigen kurz vor der aktiven Vorhofskontraktion wieder nach unten und bildet somit während der ersten Periode der Anfüllungszeit eine regelrechte Welle (Abbildung 9).

Auf den ersten Blick ist es entschieden befremdend, daß die Vorhofskurve während der Entleerung des Vorhofs statt einer Abwärtsbewegung eine Aufwärtsbewegung zeigen kann. Wir werden die Erklärung finden, wenn wir bedenken, daß wir vom Oesophagus aus zwar den Vorhof direkt aufzeichnen, daß daneben aber natürlich unsere Kurve auch abhängig vom Füllungszustand und den Bewegungen des Ventrikels ist. Der schlaffe Ventrikel und der schlaffe Vorhof, wie sie im ersten Teil der Anfüllungszeit vorhanden sind, können bei geöffneten Mitralklappen als ein einheitlicher Raum angesehen werden. In diesem Raum verschiebt sich das Blut aus dem Vorhof in den Ventrikel. Der Vorhof hat nun seine größte Achse in der Längsrichtung des Körpers, der Ventrikel in einer Richtung, die der sagittalen angenähert ist. Der Ventrikel wird bei seiner Füllung in der Richtung seiner Hauptachse am stärksten zunehmen, gleichzeitig wird der Vorhof in seiner Hauptachse mehr abnehmen als in der sagittalen Richtung und dadurch wird die Entfernung zwischen vorderer Ventrikel- und hinterer Vorhofswand mit dem Einfließen des Blutes vom Vorhof in den Ventrikel zunehmen müssen. Wenn nun der Ventrikel sich wegen irgend welcher individuellen Besonderheiten, z. B. wegen starker Anlagerung an die vordere Brustwand, wie es

bei flachem Thorax vorkommen kann, nicht nach vorn verschieben kann, wird es nach hinten geschehen müssen; auch

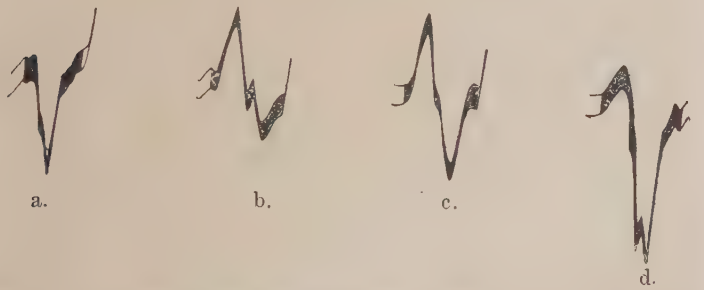
Abbildung 9.

der Vorhof wird nach hinten rücken und diese Bewegung wird durch die Verringerung seines Blutgehaltes nicht kompensiert werden können.

Die Schilderung der bisherigen Kurven erstreckt sich

auf diejenigen, die bei optimalem Anliegen der Pelotte gewonnen werden. Im allgemeinen wird man bei einer Entfernung der Pelottenmitte bis zur vorderen Schneidezahnreihe von ca. 36 cm die besten Ausschläge bekommen; nach der Körpergröße und individuell verschiedener Lage des Herzens kann die optimale Entfernung aber auch kürzer und länger sein. Wir haben deshalb, wie vorn erwähnt, nach Einführung der Sonde immer verschiedene Aufnahmen im Abstand von 34, 36 und 38 cm eventl. sogar im Abstand von 32 und 40 cm gemacht. Aufnahmen, die zu hoch oder zu tief registriert waren, zeigten nun zunächst an der Vorhofskurve recht charakteristische Veränderungen. In einigen Fällen fehlte überhaupt eine Welle und statt dessen waren einige plumpe, uncharakteristische Erhebungen vorhanden. In anderen Fällen war die Vorhofswelle statt nach aufwärts nach abwärts gerichtet. Wir lassen von einem Fall die Pausen der Vorhofserhebungen, die bei Aufnahme von 34, 36, 38 und 40 cm gewonnen waren, folgen (Abbildung 10

Abbildung 10.



a—d), aus denen das geschilderte Verhalten deutlich hervorgeht. Wenn der vorher schlaffe Vorhof bei der aktiven Kontraktion sich über seiner Basis aufrichtet, so wird er nur einer der Basis gegenüberliegenden Pelotte sich nähern, von einer der Peripherie anliegenden sich dagegen entfernen müssen, ein Punkt, auf den schon Weiß (S. 21) hingewiesen hat.

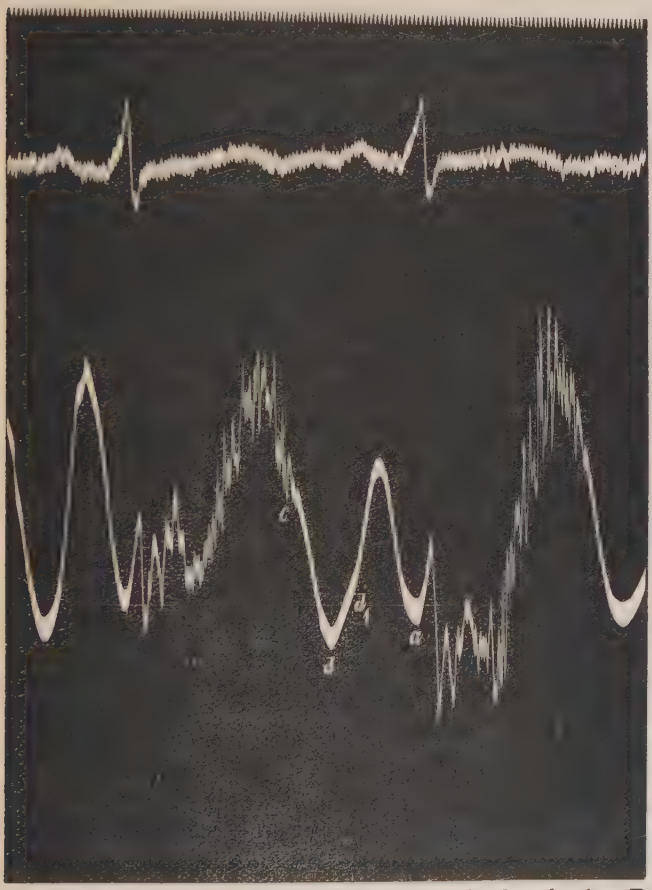
Im Anfang des systolischen Teils der Kurve findet sich bei einer zu tiefen Ableitung sehr häufig statt einer nach oben gerichteten eine nach unten gerichtete Zacke. Sie kann als das Gegenspiel der im Cardiogramm in der Anspannungszeit vorhandenen Erhebung (der sog. VK-Erhebung) betrachtet werden. Wie Weitz (61) entwickelt hat, ist diese Erhebung dadurch bedingt, daß im Beginn der Systole, während sich gleichzeitig der Ventrikel härtet, das Blut nach den anfangs geöffneten und schlaffen Mitralklappen fließt. Da an der Ausflußöffnung der Flächendruck fehlt und da das Herz ein Körper ist, der um seinen Aufhängepunkt, die Aorta, sich leicht bewegt, wird der Flächendruck an jener Stelle, die den Mitralklappen gegenüberliegt, wirksam werden und es nach vorn treiben müssen. Diese Bewegung wird so lange andauern, bis die Klappen zu ihrer Endstellung vorgewölbt sind. Im Vorhof selbst, besonders da, wo er den Ventrikelklappen gegenüberliegt, macht sich bis zu diesem Moment der ansteigende Druck als positive Welle bemerklich, wie vorn entwickelt wurde. Bei tieferem Einführen der Pelotte kommt man nun aber über den Bereich des Vorhofs hinaus auf die Rückseite des linken Ventrikels. Hier muß die nach vorn gerichtete Bewegung des Herzens einen negativen Ausschlag der Kurve, wie wir ihn gefunden haben, bedingen.

Auch die Zacke, die beim Aortenklappenschluß auftritt, zeigt bei tiefer Ableitung oft ein entgegengesetztes Verhalten wie bei höheren Ableitungen. Während sie hier nach oben gerichtet ist, zeigt sie bei tiefer Ableitung oft die Richtung nach unten.

Im übrigen zeigten die Kurven bei zu hoher und zu tiefer Ableitung eine viel geringere Ausprägung ihrer Zacken und zwar weniger der durch die Herztöne bedingten kurzen und plötzlichen als der langsamen Erhebungen. Die Kurve verliert dadurch ihre Eigenschaft als Volumkurve, welche der normalen Kurve nicht abzusprechen ist, durchaus.

Im Gegensatz zu Rautenberg, Edens und anderen erhielten wir bei Herzfehlern, besonders bei Mitralinsufficienzen, wie das ja zu erwarten war, charakteristische Kurven. Ein sehr schönes Beispiel gibt Abbildung 11,

Abbildung 11.



wo sich das Geräusch während der Systole durch eine Reihe unregelmäßiger Schwingungen dokumentiert. Eine Abgrenzung der Schwingungen des zweiten Tons (der ja im physi-

kalischen Sinne auch ein Geräusch ist) und des systolischen Geräusches ist nicht möglich. Wie bei der veröffentlichten Kurve, so finden sich meistens die letzten Schwingungen nicht auf der Höhe, sondern im absteigenden Teil einer Welle. Daß die Welle vorher ihren Höhepunkt erreicht, hängt wohl damit zusammen, daß sie ihre Entstehung nicht allein der auf normalem Wege erfolgenden Vorhofsfüllung verdankt, sondern dem Ventrikeldruck, der sich bei insuffizienten Klappen in den Vorhof fortpflanzen muß. Da dieser nicht ganz unbeträchtliche Zeit vor dem Klappenschluß bereits wieder absinken muß, wird auch die eben geschilderte Wirkung auf den Vorhof vor Klappenschluß abnehmen.

Außer bei Mitralinsufficienzen fanden sich in der Systole der Vorhofkurve auch bei sog. funktionellen Geräuschen gelegentlich sehr deutliche Schwingungen. Nun ist es unzweifelhaft, daß nur ein Geräusch, das an den Mitralklappen entsteht, diese Schwingungen an der Vorhofskurve hervorruft, nicht etwa an der Pulmonalis entstehende Geräusche. Wir müssen also annehmen, daß die Ursache „funktioneller Geräusche“ in einem mangelhaften Mitralklappenschluß (wohl infolge fehlerhafter Funktion der Papillarmuskeln) liegen kann. Ob dies die häufigste Ursache des funktionellen Geräusches ist, müssen weitere Untersuchungen noch ergeben. Daß sie nicht in allen Fällen die Ursache des Geräusches ist, halten wir für sicher.

Besonderes Interesse müssen bei ihrer genauen Aufschreibung der Vorhofstätigkeit die Oesophagocardiogramme der Herzunregelmäßigkeiten bieten. Ist doch die Kenntnis von der Art, wie Vorhof und Ventrikel zusammenarbeiten, die Vorbedingung für ein richtiges Verständnis des Wesens der Unregelmäßigkeit in jedem einzelnen Fall.

Bei den respiratorischen Arhythmien ist im Oesophagocardiogramm nichts besonderes zu erwarten. Es folgen sich die einzelnen Herzrevolutionen in der Inspirationsstellung

schneller als in der Exspirationsstellung. Im übrigen ist das Verhältnis der Vorhoftätigkeit zu der Ventrikeltätigkeit das Normale.

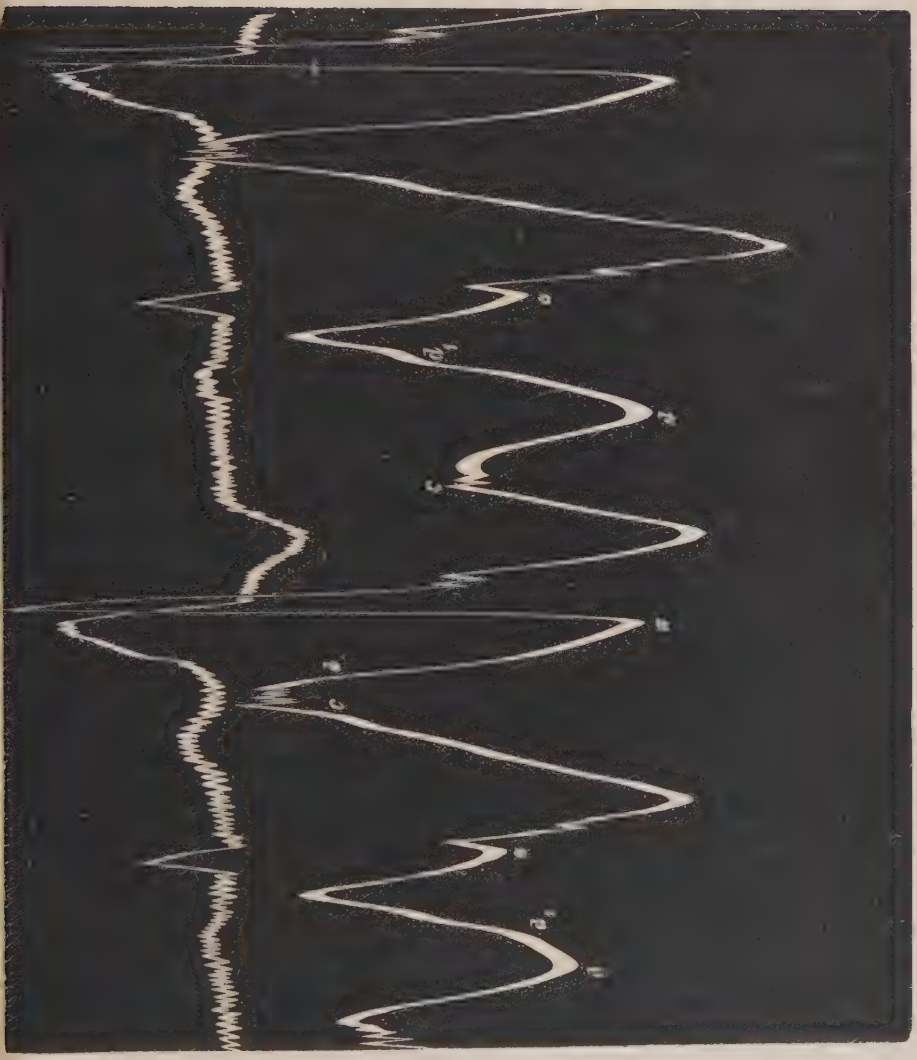
Abbildung 12 a.

Extrasystolische Unregelmäßigkeiten zeigen die Abbildungen 12 und 13. Bei Kurve 12 a, bei der es sich nach Ausweis des Elektrocardiogramms um eine Vorhofsextrasystole handelt, sehen wir, daß eine normale Vorhofs-

kontraktion, wie sie sich bei d_1 erhebt, vor der ersten cardiographischen Erhebung der extrasystolischen Kontraktion vollkommen fehlt, daß vielmehr die Ventrikelkontraktion sich

Abbildung 12 b.

direkt aus der Tiefe erhebt. Die Kurve 12 b bringt drei Erhebungen, von denen die mittlere die Extrasystole ist. Sie folgt beinahe unmittelbar dem Klappenschluß und be-



ginnt sicher noch in der zweiten isometrischen Periode, also vor Beginn der Anfüllungszeit. Das wird auch der Grund dafür sein, daß wir in der extrasystolischen Ventrikelwelle einen Aortenklappenschluß völlig vermissen. Es ist infolge des geringen Ventrikelinhaltes eben zu einer Aortenklappenöffnung nicht gekommen, die Kontraktion ist eine frustrane geblieben.

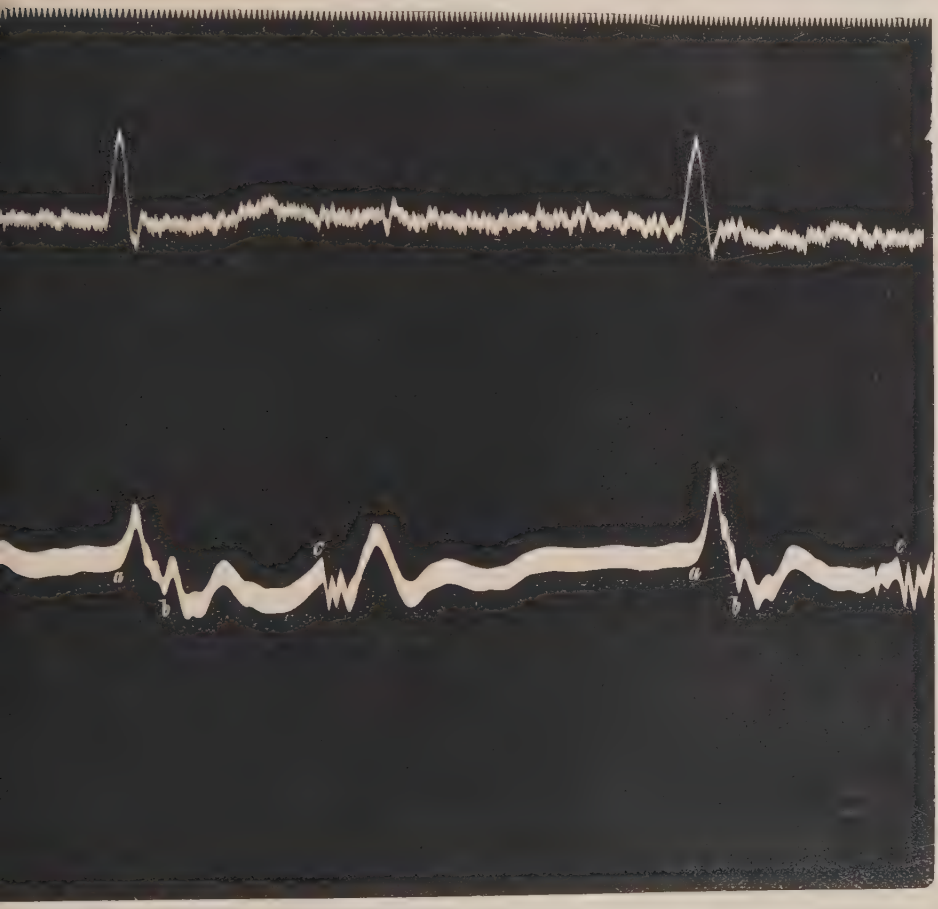
Die Abb. 13 zeigt Extrasystolen, die nach dem Elektrocardiogramm vom rechten Ventrikel ausgehen. Vor der Extrasystole fehlt die Vorhofserhebung. Zu Beginn der Extrasystole ist eine sehr steile Erhebung vorhanden. Diese kann nicht, wie beim gewöhnlichen Oesophagocardiogramm durch den Druckanstieg im linken Ventrikel bedingt sein. Eine so hohe und steile Erhebung pflegt dieser nicht zu verursachen und außerdem könnte er sich erst später geltend machen, da bei Extrasystolen des rechten Ventrikels zunächst sich dieser und erst später der linke kontrahiert (es geht das u. a. auch aus Versuchen von Weitz (63) hervor. Bei gleichzeitiger Aufzeichnung des Spitzenstoßes und des Elektrocardiogramms zeigte sich zwischen Beginn des elektrischen Ausschlages und des Spitzenstoßes eine Differenz von 8/100 Sekunden, wenn eine Extrasystole vom rechten Ventrikel vorlag, eine Differenz von 0,5/100 Sekunden, wenn die Extrasystolen vom linken Ventrikel ausgingen). Die steile Erhebung muß, wie wir annehmen, bedingt sein durch den Einfluß der alleinigen Kontraktion des rechten Ventrikels und seiner Gestaltveränderung auf die Lage des linken Vorhofs.

Die Abb. 14 (die von einem 63jährigen Manne mit arteriosklerotischer Myocarditis stammt) zeigt die Aufnahme einer perpetuellen Arhythmie vom langsamen Typ. Sie ist charakterisiert durch das vollständige Fehlen einer Vorhofserhebung.

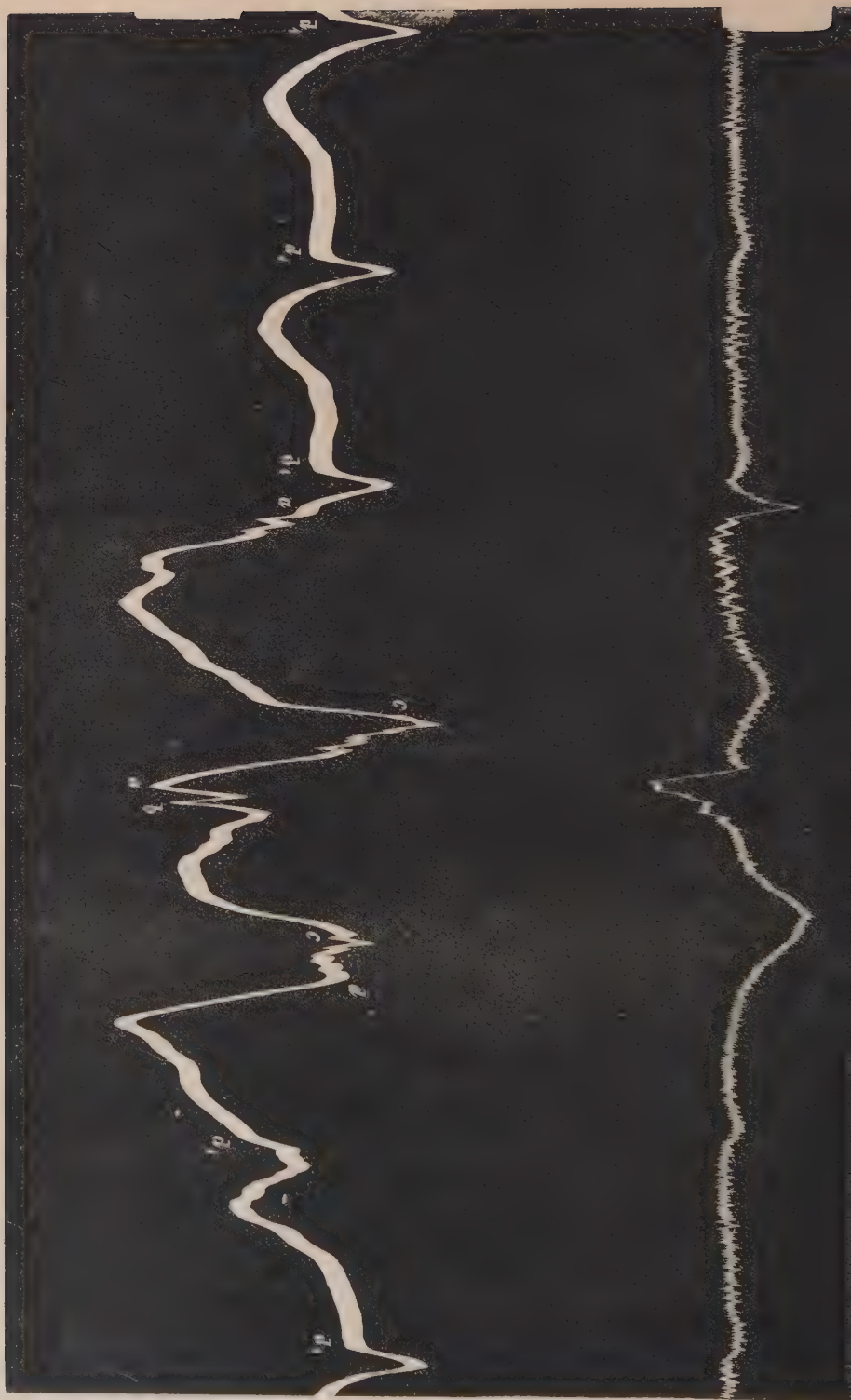
Die letzte Kurve (Abb. 15) ist aufgenommen von einem Fall von Adam-Stokes auf luetischer Grundlage. Der Patient

ist längere Zeit schon in unserer Beobachtung. Es fand sich zeitweilig völlige Dissoziierung, zeitweilig folgte auf jede zweite Vorhofskontraktion in regelmäßigem Abstande eine Ventrikelkontraktion. Die Ventrikelkontraktionen erfolgten

Abbildung 14.



regelmäßig, der Kontraktionsablauf war nach dem Elektrocardiogramm normal. Bei der ösophagocardiographischen Aufnahme zeigte sich zum erstenmal, daß jeder Ventrikel-



systole vom normalen Typ eine vom linken Ventrikel ausgehende Extrasystole folgte. Es mag das durch eine Irritierung des Herzens durch die Oesophagussonde bedingt sein. Außerordentlich schön ist erkennbar, wie mit der aktiven Vorhofskontraktion die Kurve infolge der Aufrichtung des Vorhofs in die Höhe geht und sich dann infolge der Entleerung des Blutes aus dem Vorhof wieder senkt. Die Senkung erfolgt erst schneller, dann langsamer, offenbar bis zum Ende der Vorhofskontraktion und nun erhebt sich die Kurve wieder infolge der Wirkung des von den Venen her einströmenden Blutes.

Damit haben wir wohl im wesentlichen die wichtigsten Erscheinungen am Oesophagocardiogramm des gesunden und pathologischen Herzens besprochen. Auf manche in dem ersten Teil angeschnittene Fragen, vor allem auf die Beziehung zwischen Oesophagus- und Venenpuls sind wir nicht eingegangen, es fehlt uns bislang noch das dazu notwendige Kurvenmaterial. Auf jeden Fall glauben wir aber, eine befriedigende Deutung unserer Kurven geben zu können, die ja in den Hauptzügen mit früheren Untersuchungsergebnissen übereinstimmen, durch ihre Einzelheiten aber zu mancher interessanten Deutung und Erklärung Veranlassung gaben und neue Gesichtspunkte zur Aufklärung der Herzbewegung lieferten.

An dieser Stelle möchte ich noch Herrn Prof. Weitz für die Liebenswürdigkeit, mich an seinen Versuchen teilnehmen zu lassen, für seine vielen Anregungen und endlich für die Ueberlassung des Themas aufs herzlichste danken.

Literatur.

1. Bard, Des modifications du pouls veineux jugulaire et du pouls oesophagien dans les lésions du coeur gauche. Sem. med. 32 1912. Zentralbl. für die ges. innere Medizin 2. Bd. 1912, S. 468.
2. Benjamins, Ueber die Untersuchung des Herzens von der Speiseröhre aus. Pflügers Archiv für die ges. Physiol. Bd. 158. 1914, S. 125 ff.
3. Bönniger, Diskussionsbemerkung. Deutsche med. Wochenschr, 1908, Nr. 1.
4. Clerc u. Esmein, Considérations sur la pulsation oesophagienne chez l'homme normal. Société de Biologie 1909. (Zit. bei 49.)
5. Dieselben, Étude de la pulsation oesophagienne chez l'homme. Arch. de malad. du coeur 1910, Nr. 1, S. 1. Zentralbl. für inn. Med. 1911 Nr. 4 S. 106.
6. Cottin, De l'enregistrement du pouls oesophagien. Arch. de malad. du coeur des vaissaux et du sang. 5, S. 558—596, 1912. Zentralbl. f. d. ges. Med. Bd. IV, 1913.
7. Edens, Pulsstudien. Deutsches Arch. für klin. Med. Bd. 100, 1910, S. 221 ff.
8. Derselbe, Pulsstudien, 2. Mitteilung D. Arch. f. klin. Med. Bd. 103, 1911, S. 245 ff.
9. Étienne, La première ondulation du tracé de l'oreillette gauche recueilli par la sonde oesophagienne d'après le procédé de Léon Fredericq. Arch. internat. de physiol. 12 S. 7—21. Zentralbl. f. d. ges. inn. Med. 2. Bd. 1912, S. 562.
10. Fredericq, Recherches sur la respiration et la circulation (troisième Article.) Exploration des battements du coeur par la sonde oesophagienne. Archives de Biologie 1887.
11. Derselbe, Sur le tracé cardiographique des oreillettes. Bulletin de l'Académie royale de Belgique 1887. (Zit. bei 13 und 48.)
12. Derselbe. Travaux du laboratoire. Liège 1887—88 A. II p. 113. (Zit. bei 13 und 48).

13. Derselbe, Historisch-kritische Bemerkungen über die von klinischer Seite neuerdings anerkannte Identität von Venen- und Oesophaguspulsbildern mit den Vorkammerdruckkurven. Zentralbl. für Physiologie Bd. 22, Nr. 10, 1908.
14. Hering, Zur Analyse des Venenpulses. Deutsche med. Wochenschr. 1907, Nr. 46, S. 1895.
15. van den Heuvel, De Ziehte van Stokes-Adam en em geval van aangebaren hartblok. Proefschrift Groningen 1908. (Zit. bei 48.)
16. Janowski, Ueber das Oesophagocardiogramm. Berichte der Warschauer med. Gesellschaft 1907 H. 4, S. 442, 472. (Zit. bei 20.)
17. Derselbe, Ueber die Bedeutung des oesophagealen Cardiogramms für die genaue Diagnose der Stokes-Adamschen Krankheit. Wiener med. Wochenschr. 1908, Nr. 37 und 38. (Zit. bei 20.)
18. Derselbe, Demonstr. von normalen und pathol. Turgotonogrammen und Oesophagogrammen. XXV. Kongreß f. innere Medizin 1908. LVII. Bericht S. 686.
19. Derselbe, Das Oesophagocardiogramm, seine Erklärung und Bedeutung. Zeitschr. f. klin. Mediz. Bd. 70. S. 211 ff.
20. Derselbe, Funktionelle Herzdiagnostik. S. 41—47. Berlin. Hirschwald 1910.
21. Derselbe, Sur la courbe de l'oreillette gauche du coeur. Revue de méd. 1910, p. 631. Ref. Zentralbl. f. klin. Mediz. 1911, S. 694.
22. Joachim, Vier Fälle von Störung der Reizleitung im Herzmuskel. Deutsches Arch. f. klin. Medizin 1905, Bd. 85.
23. Derselbe, Ueber die Registrierung der Kontraktion des l. Vorhofs bei einem Fall von Adam-Stokesscher Krankheit. Berlin. klin. Wochenschr. 1907, Nr. 8, S. 215.
24. Derselbe, Das Verhalten des linken Vorhofs bei der Störung der Reizleitung. Zeitschr. für klin. Med. 1907, Bd. 64.
25. Derselbe, Ein atypischer Fall von Störung der Reizleitung im Herzmuskel. Berlin. klin. Wochenschr. 1908, Nr. 19.
26. Derselbe, Die Lähmung des linken Vorhofes bei Mitralstenose. Deutsche med. Wochenschr. 1908, Nr. 51.
27. Kronecker u. Melzer, Der Schluckmechanismus, seine Erregung und seine Hemmung. Arch. f. Anat. u. Physiolog. 1883 Suppl. S. 328 ff.
28. Lian, Les methodes de laboratoire dans la diagnostic de l'insuffisance mitrale (la pulsation cardio-oesophagienne) Arch. de malad. du coeur. 1909 Nr. 7. Ref. Zentralbl. f. inn. Med. 1910, Nr. 22.
29. Lichtheim, Ueber einen Fall von Adam-Stockesscher Krankheit und Dissoziation von Vorhof- und Kammerrhythmus. Deutsches Arch. f. klin. Mediz. Bd. 85, S. 360 ff.

30. Derselbe, Diskussionsbemerkung. Deutsche med. Wochenschr. 1907, Nr. 9.
31. Derselbe, Diskussionsbemerkung. Deutsche med. Wochenschr. 1907, Nr. 39.
32. Luciani, Delle oscillazioni della pressione intrathoracica e intraddominale. Archivio di Bizzozero, anno II. Torino 1877. Zit. in seinem Handbuch, Physiologie des Menschen 1905, Bd. I, Kap. VII, S. 180.
33. Martius, Graphische Untersuchungen über die Herzbewegung. III. Die cardiopneumatische Bewegung im Oesophagus. Zeitschr. f. inn. Med. 1888, Bd. 13, S. 558 ff.
34. Minkowski, Die Registrierung der Herzbewegungen am l. Vorhof. Deutsche med. Wochenschr. 1906, Nr. 31, S. 1248.
35. Derselbe, Zur Deutung von Herzarhythmien mittelst des ösophagealen Cardiogramms. Zeitschr. für klin. Mediz. Bd. 62, S. 371.
36. Pace, Riforma medica 1909, Bd. 25, Nr. 20. (Zit. bei 48.)
37. Piper, Die Blutdruckschwankungen in den Hohlräumen des Herzens und in den großen Gefäßen. Archiv für Physiologie, 1912.
38. Plesch (zitiert bei 35).
39. Rautenberg, Neue Methode der Registrierung der Vorhofpulsation vom Oesophagus aus. Deutsche med. Wochenschr. 1907 Nr. 9, S. 364. (Bericht über einen am 19. XI. 1906 gehaltenen Vortrag.)
40. Derselbe, Die Registrierung der Vorhofspulsation von der Speiseröhre aus. Deutsches Archiv für klin. Medizin Bd. 91, 1907. XII, S. 251.
41. Derselbe, Die Pulsation des linken Vorhofs und ihre Deutung. Berliner klin. Wochenschr. 1907, Nr. 21, S. 657 ff.
42. Derselbe, Die Wirkung der Digitalis auf den Vorhof. Deutsche med. Wochenschr. 1907, Nr. 39.
43. Derselbe, Die an der äußeren Brustwand sichtbaren Pulsationen der Vorhöfe. Berliner klin. Wochenschr. 1907, Nr. 46.
44. Derselbe, Die Analyse der Extrasystole im Bild der Vorhofspulsation. Münchner med. Wochenschr. 1907, Nr. 50, S. 2465.
45. Derselbe, Diskussionsbemerkung. Deutsche med. Wochenschr. 1908, Nr. 21.
46. Derselbe, Zur Physiologie der Herzbewegung. Zeitschr. f. klin. Medizin 1908, Bd. 65, S. 106.
47. Derselbe, Ueber Synergie und Asynergie der Vorhöfe des menschlichen Herzens. Münchn. med. Wochenschr. 1909, Nr. 8, S. 378 ff.
48. Derselbe, Die Vorhofspulsation beim Menschen, ihre Registrierung und die bisherigen Resultate ihrer Erforschung. Volkmanns Sammlung klin. Vorträge 1909—10, 171/172, S. 91 ff.

49. Derselbe, Elektrocardiogramm und Herzbewegung. Berliner klin. Wochenschr. 1910, Nr. 48, S. 2190.
50. Derselbe, Vorhofspuls und Venenpuls. Deutsche med. Wochenschr. 1913, Nr. 22, S. 1033.
51. Derselbe, Die Vorhofsregistrierung beim Menschen. Entgegnung an Dr. Weber. Münchner med. Wochenschr. 1913, Nr. 52, S. 2912.
52. Derselbe, Zur Geschichte der Vorhofsregistrierung. Deutsche med. Wochenschr. 1914, Nr. 30, S. 1529.
53. Derselbe, Vorhofspulse und Zusammenhang mit Venenpuls. Vortrag in den vereinigten ärztl. Gesellschaften Berlin am 27. III. 1918. Münchner med. Wochenschr. 1918, Nr. 15, S. 412.
54. Rosenthal, Neue Studien über Atembewegungen. Archiv für Anatomie und Physiologie 1880 Suppl. S. 34 ff.
55. Derselbe, Die Physiologie der Atembewegungen. Hermanns Handbuch der Physiologie. Bd. 4, 2. T, S. 226 u. f.
56. Saroléa, La pulsation cardiooesophagienne chez l'homme Bull de l'Acad. roy. de Belgique XVIII. 12, p. 771, 1889. Ref. Zentralbl. f. Physiologie 1890, Nr. 26, S. 762.
57. Schreiber, Ueber Herzblock beim Menschen. Deutsches Arch. f. klin. Medizin 1907, Bd. 89, Nr. XV, S. 277.
58. de Vries, Arhythmia perpetua. Proefschrift Groningen 1908 (Zit. bei 48.)
59. A. Weber, Ueber die Registrierung des Druckes im r. Vorhof und über den Wert des ösophagealen Cardiogramms für die Erklärung des Jugularvenenpulses. Münch. med. Wochenschr. Jg. 60, 1913, Nr. 46, S. 2553.
60. Derselbe, Zur Registrierung des Vorhofspulses vom Oesophagus aus. (Erwiderung zu 50.) Münch. med. Wochenschr. 1914. Nr. 2, S. 75.
61. Weitz, Ueber die Cardiographie am gesunden Herzen mit dem Frankschen Apparat. Deutsches Archiv für klin. Medizin. 1917. Bd. 124, S. 134 ff.
62. Derselbe, Ueber die Cardiographie des pathologischen Herzens, Deutsches Archiv f. klin. Med. 1917, Bd. 124, S. 155 ff.
63. Derselbe, Ueber die Dauer der einzelnen Phasen der Herzrevolution. Deutsches Archiv f. klin. Med. 1918, Bd. 127, S. 325 ff.
64. Weitz und Schall, Das Oesophagocardiogramm. Deutsches Arch. f. klin. Medizin, 1919. Bd. 129, S. 309 ff.
65. Young et Hewlett, The normal pulsation within the oesophag. The Journ. of med. research. 1908, Bd. 16, Nr. 3. (Zit. bei 48.)

Lebenslauf.

Am 22. Juli 1894 wurde ich als Sohn des Oberkriegsgerichtsrat Schall in Ulm geboren. Ich besuchte dort das humanistische Gymnasium und studierte, nach Ablegung des Reifezeugnisses im Jahre 1912, in Tübingen. Während des Krieges war ich erst freiwillig, später im Heeresdienst am Festungshilfslazarett III in Ulm, am Res.-Laz. II in Tübingen und am Res.-Laz. Hagen i. W. tätig, setzte, aus dem Heeresdienst entlassen, meine Studien in München und Tübingen fort und bestand im Februar 1918 in Tübingen das medizinische Staatsexamen. Vom 1. April bis 31. Dezember 1918 war ich als stellv. Assistenzarzt an der medizinischen Poliklinik in Tübingen tätig und bin seit 1. Januar 1919 Assistent am dortigen physiologischen Institut.